

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.В. Коваль
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ____ ” _____ 2018р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності - 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології
за спеціалізацією - Інформаційні технології моніторингу довкілля

на тему:

«ГІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо-
нафтопроводах»

Виконав: студент 6 курсу, групи ТР-71мп
Федчишин Максим Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

доц., к.е.н. Карасва Н.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ - 2018

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти другий, магістерський

зі спеціальності - 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

за спеціалізацією - Інформаційні технології моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Коваль О.В.
(прізвище, ініціали) _____ (підпис)
« ____ » _____ 2018р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Федчишину Максиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації ГІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах

Науковий керівник Караєва Наталія Веніамінівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “ ____ ” _____ 20__ року № ____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: інформаційні технології моніторингу довкілля

4. Предмет дослідження: інформаційні технології моніторингу екологічних ризиків

5. Перелік питань, які потрібно розробити _____

– проаналізувати критерії та показники екологічних ризиків аварій на трубопроводах;

– проаналізувати сучасні інформаційні ГІС-технології в задачах моніторингу довкілля;

– визначити розрахункові моделі оцінки екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;

– спроектувати архітектуру системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;

– розробити програмне забезпечення для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

6. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу презентація на тему «ГІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо- нафтопроводах»

7. Орієнтований перелік публікацій _____

1. Karaieva N.V., Fedchishin M.A. ENGINEERING OF THE ECOLOGICAL GIS-MONITORING THE SAFETY OF ENERGY CRITICAL INFRASTRUCTURE OF UKRAINE // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи”. – Львів : ЛДУБЖД, 2018. – С.158.

2. Федчишин М.О., Федоренко В.Є. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЕНЕРГЕТИКИ // Екологічна безпека держави: тези доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, присвяченої пам’яті професора Я.І.Мовчана (з міжнародною участю). м. Київ, 19 квітня 2018 р., Національний авіаційний університет / редкол. О.І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2018. – С. 95-96.

3. 3. Федчишин М.О. Караєва Н.В. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 24-27 квітня 2018 р. У 2 т. – К. : 7 КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – Т. 2. – С.245.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Караєва Н.В., доц., к.т.н.		

9. Дата видачі завдання «_____»_____2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	03.09.17р.	
2	Аналіз вимог завдання, вибір методів і засобів розв’язання поставленої задачі	16.01.18р. — 05.03.18р.	
3	Підготовка матеріалів магістерської роботи	02.04.17р. — 11.11.18р.	
4	Підготовка публікацій	05.07.17р. — 09.10.18р.	
5	Доповідь на конференції	27.04.18р.	
6	Написання основних розділів автореферату	30.09.18р. — 25.11.18р.	
7	Захист програмного продукту	22.10.18р	
8	Передзахист	28.11.18р	
9	Захист	18.12.18р	

Студент

_____ (підпис)

Федчишин М.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Науковий керівник

_____ (підпис)

Караєва Н.В.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

на магістерську дисертацію

виконану на тему: «ГІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах»

студентом: Федчишином Максимом Олександровичем

Магістерська дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновку, переліку посилань з 26 найменувань, 4 додатки, і містить 19 рисунків, 35 таблиць. Повний обсяг магістерської дисертації складає 108 сторінки, з яких перелік посилань займає 3 сторінки, додатки – 16 сторінок.

Актуальність теми. З точки зору безпеки трубопроводи мали хороший досвід у перевезенні небезпечних матеріалів, але зараз виникають декілька факторів, які дозволяють зробити висновок, що дотримання найкращих міжнародних стандартів трубопровідності може бути недостатнім для задоволення безпеки та екологічних очікувань суспільства. Основними чинниками, що ведуть до цього висновку, є:

- трубопроводи зношуються, і записи показують, що ймовірність виникнення інцидентів на цих трубопроводах зростає;
- трубопроводи працюють в районах, де щільність населення збільшилася.

Недоліки трубопроводів, що містять деякі небезпечні матеріали, можуть становити серйозні ризики навіть з невеликих викидів.

Враховуючи вищезазначене, Європейське співтовариство розробляє ініціативу з безпеки трубопроводів, яка, як очікується, вимагатиме демонстрації безпеки та стану трубопровідних систем у випадку безпеки.

Для підвищення репрезентативності, змістовності та достатності інформації необхідно врахування більшої кількості початкових даних, інформації з різних джерел, а просторова прив'язка дозволяє зробити цю інформацію зручною для її сприйняття та використання при прийнятті рішення, саме цю задачу вирішуватиме розроблена система.

Метою дослідження є створення методичної та алгоритмічної бази для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні **завдання дослідження**, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- проаналізувати критерії та показники екологічних ризиків аварій на трубопроводах;
- проаналізувати сучасні інформаційні ГІС-технології в задачах моніторингу довкілля;
- визначити розрахункові моделі оцінки екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;
- спроектувати архітектуру системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;
- розробити програмне забезпечення для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

Об’єктом дослідження є інформаційні технології моніторингу довкілля.

Предметом дослідження є інформаційні технології моніторингу екологічних ризиків.

Методико-математичне забезпечення. Розв’язання поставлених задач виконувались з використанням наступних методико-математичних забезпечень:

- індивідуальний ризик;
- колективний ризик;
- комплексні ризики;
- збитки.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в розробці системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах, що спрощує роботу працівників міністерства надзвичайних ситуацій.

Ключові слова. *ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, АВАРІЯ, ТРУБОПРОВІД, ГАЗОПРОВІД, НАФТОПРОВІД, ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ, КОЛЕКТИВНИЙ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РИЗИК, ЕКОНОМІЧНІ ЗБИТКИ.*

ABSTRACT

on master's thesis

on topic: « GIS-analysis of environmental risks as a result of accidents on gas and oil pipelines »

Student: Fedchyshyn Maksym

Master's thesis consists of an introduction, five sections, a conclusion, a list of references from 26 denominations, 4 appendices, and have 19 figures, 35 tables. The full volume of the master's thesis is ?? pages, 3 of which is list of references, ?? – appendices.

Topicality. From the safety point of view, pipelines have had good experience in the transport of hazardous materials, but now there are several factors that can lead to the conclusion that compliance with the best international pipeline standards may not be sufficient to meet the security and environmental expectations of society. The main factors leading to this conclusion are:

- pipelines are wearing out, and records show that the probability of incidents occurring on these pipelines is increasing;
- pipelines operate in areas where population density has increased.

Disadvantages of pipelines containing some hazardous materials can pose serious risks even with small emissions.

Taking into account the above, the European Community is developing a pipelines' safety initiative, which is expected to require demonstration of the security and status of pipeline systems in the event of a safety concern.

In order to increase the representativity, content and sufficiency of information, it is necessary to take into account more initial data, information from different sources, and spatial binding allows making this information convenient for its perception and use when making a decision, this task will be solved by the developed system.

The aim of the research is creation of methodical and algorithmic basis for GIS analysis of environmental risks as a result of accidents on gas and oil pipelines.

To accomplish the task, the following **research objectives** were formulated, which determined the logic of the research and its structure:

- analyze the criteria and indicators of environmental risks of pipeline accidents;
- to analyze modern information technology GIS in the tasks of environmental monitoring;
- to determine the estimated models of environmental risk assessment as a result of accidents on gas and oil pipelines;
- to design the architecture of the system of GIS analysis of environmental risks as a result of accidents on gas and oil pipelines;
- to develop software for GIS analysis of environmental risks as a result of accidents on gas pipelines.

The object of research is the information technology of environmental monitoring.

The subject of research is an information technology for monitoring environmental risks.

Methodological and mathematical support. The solving of defined tasks was performed using the following methodological and mathematical support:

- Individual risk;
- collective risk;
- complex risks;
- losses.

The practical value of research the work is to develop a system of GIS analysis of environmental risks as a result of accidents on gas and oil pipelines, which simplifies the work of the Ministry of Emergency Situations.

Keywords. *ENVIRONMENTAL RISK, EMERGENCY, PIPELINE, GAS TRANSPORT, OIL, GIS-TECHNOLOGIES, COLLECTIVE AND INDIVIDUAL RISK, ECONOMIC DAMAGES.*

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1. Сучасний стан дослідження проблем екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.....	12
1.1. Термінологія, що застосовується при аналізі екологічних ризиків згідно міжнародних і вітчизняних стандартів.....	12
1.2. Фактори екологічних ризиків аварій на трубопроводах.....	22
1.3. Сучасні інформаційні ГІС технології в задачах моніторингу довкілля.....	26
Висновки до розділу 1.....	35
2. Методично-математичне забезпечення аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.....	36
2.1 Розрахункові моделі оцінки ризику аварій на нафто-газопроводах.....	36
2.2 Економічна оцінка ризиків в результаті аварій на нафто-газопроводах.....	39
Висновки до розділу 2.....	52
3. Розробка системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.....	53
3.1 Вибір засобів реалізації системи.....	53
3.2 Опис програмної реалізації системи.....	59
Висновки до розділу 3.....	63
4. Методика роботи користувача з програмною системою.....	64
4.1 Розрахунок екологічних ризиків в результаті аварій.....	64
4.2 Редактор для карти Google Maps.....	67
Висновки до розділу 4.....	69
5. Розроблення стартап-проекту.....	70
5.1 Опис ідеї стартап-проекту.....	70

5.2	Технологічний аудит ідеї проекту.....	72
5.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	73
5.4	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	82
5.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	85
	Висновки до розділу 5.....	88
	Висновки.....	89
	Список використаних джерел.....	90
	Додаток А.....	93
	Додаток Б.....	106

ВСТУП

У всьому світі нафта і нафтопродукти транспортуються через трубопроводи з початку XX століття. Ці ранні трубопроводи були побудовані в чавуні або сталі, але небезпечний характер продуктів при виході в навколишнє середовище поступово висвітлювало необхідність розробки стандартів трубопроводів для забезпечення узгодженості в безпечному проекті та експлуатації.

Україна пронизана трубопроводами, з них нафтопроводи складають 4,57 тис. км, а продуктопроводи 3,3 тис. км, які експлуатуються у різноманітних природних умовах та мають різний термін експлуатації [1]. Рівень небезпеки нафтопроводів, як одного з об'єктів ПЕК, для довкілля і здоров'я людини може бути різним від найнезначнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного.

Для забезпечення низького рівня небезпеки нафтопроводів Американський комітет стандартів техніки заснував проект 1931 року B31, а перше видання було опубліковано, як американський оригінальний стандартний код для трубопроводів тиску в 1935 році [1]. Протягом наступних років Кодекс був переглянутий, розширений та розділений на різні розділи, з яких ASME B31.4 "Системи трубопровідного транспорту рідких нафтопродуктів" та ASME B31.8 "Системи транспортування та розподілу газу" застосовуються для трубопроводів [1].

Ці коди, ймовірно, охоплюють більшість трубопроводів у всьому світі та є кодами, з яких розроблено більшість національних кодексів, включаючи IGE TD / 1 для метанових трубопроводів та нову BS 8010-2.5:1989 для нафтогазових трубопроводів [2]. З точки зору безпеки трубопроводи мали хороший досвід у перевезенні небезпечних матеріалів, але зараз виникають декілька факторів, які дозволяють зробити висновок, що дотримання найкращих міжнародних стандартів трубопровідності може бути недостатнім для задоволення безпеки та екологічних очікувань суспільства. Основними чинниками, що ведуть до цього висновку, є:

- трубопроводи зношуються, і записи показують, що ймовірність виникнення інцидентів на цих трубопроводах зростає;

– трубопроводи працюють в районах, де щільність населення збільшилася.

Недоліки трубопроводів, що містять деякі небезпечні матеріали, можуть становити серйозні ризики навіть з невеликих викидів.

Враховуючи вищезазначене, Європейське співтовариство розробляє ініціативу з безпеки трубопроводів, яка, як очікується, вимагатиме демонстрації безпеки та стану трубопровідних систем у випадку безпеки.

Для підвищення репрезентативності, змістовності та достатності інформації необхідно врахування більшої кількості початкових даних, інформації з різних джерел, а просторова прив'язка дозволяє зробити цю інформацію зручною для її сприйняття та використання при прийнятті рішення.

Метою дослідження є створення методичної та алгоритмічної бази для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні завдання дослідження, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- проаналізувати критерії та показники екологічних ризиків аварій на трубопроводах;
- проаналізувати сучасні інформаційні ГІС технології в задачах моніторингу довкілля;
- визначити розрахункові моделі оцінки екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтомагістралях;
- визначити розрахункові моделі для оцінки збитків в результаті аварій на газо-нафтомагісталях;
- спроектувати архітектуру системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах;
- розробити програмне забезпечення для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ГАЗО-НАФТОПРОВОДАХ

В розділі розглянуто основну термінологію, що застосовується при аналізі екологічних ризиків, аналізуються основні фактори та показники. Наведена характеристика існуючих ГІС технологій, їх можливостей та переваг. Обґрунтовано засоби ГІС-аналізу екологічних ризиків.

1.1. Термінологія, що застосовується при аналізі екологічних ризиків згідно міжнародних і вітчизняних стандартів

При оцінюванні ступеня екологічної безпеки одним із ключових понять є екологічний ризик – ймовірність виникнення негативних для навколишнього середовища і людини наслідків від здійснення господарської та іншої діяльності [2].

У міжнародних стандартах, зокрема стандарту “Application guide ISO 22000 Food safety management systems” [3] та стандарту IEC 61882 “Hazard and operability studies (HAZOP studies) — Requirements for any organization in the food chain” на визначено основні поняття для визначення та аналізу екологічних ризиків [4], що наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Ключові терміни згідно світових стандартів ISO 22000 і IEC 61882

Поняття	Визначення
Ідентифікація	процес виявлення та з’ясування кількісних, просторових, часових та інших характеристик, необхідних та достатніх для розроблення заходів, направлених на забезпечення безпеки життєдіяльності.

Таблиця 1.1 (продовження)

Квантифікація	запровадження кількісних характеристик для оцінки складних, якісних понять.
Ризик	ймовірність, частота реалізації негативного впливу в зоні перебування людини.
Якісна оцінка	це відношення кількості тих чи інших несприятливих наслідків n до їх імовірної кількості N за визначений період часу
Індивідуальний ризик	частота виникнення впливів певного виду, що уражують, виникають під час реалізації певних небезпек у певній точці простору.
Припустимий рівень ризику	це імовірність події, негативними наслідками якої на даному етапі розвитку можна знехтувати.
Концепція допустимого ризику	досягнення такого малого ризику, який, з одного боку є технічно можливим, а з іншого боку, – допустимим суспільством у цей час.
Ступінь ризику	ймовірність появи випадку втрат (імовірність реалізації ризику), а також розмір можливого збитку від нього.
Рівень ризику	ймовірнісна, слабо вимірювана величина, що визначає можливість настання тієї або іншої події з даною послідовністю дій.
Екологічний ризик	ймовірність виникнення негативних змін у навколишньому природному середовищі, або віддалених несприятливих наслідків цих змін, що виникають внаслідок негативного впливу на довкілля.
Оцінка ризику	це аналіз причин його виникнення і масштабів прояву в конкретній ситуації.

У таблиці 1.2 наведено ключові терміни та поняття згідно ГОСТ Р12.3.047-98 "Система стандартів безпеки праці (ССБТ)" [5].

Таблиця 1.2 Ключові терміни та поняття згідно ГОСТ Р12.3.047-98

Поняття	Визначення
Індивідуальний ризик	вірогідність смертельного результату (втрати здоров'я) через дії на людину небезпечних факторів під час стихійного лиха або в процесі аварії за рік на даній території.
Комплексний індивідуальний ризик	вірогідність смертельного результату через дії на людину небезпечних факторів від всіх стихійних лих або аварій за рік на даній території.
Колективний ризик	очікуване число уражених в результаті можливих аварій і стихійних лих за певний час.
Пожежовибухонебезпечні об'єкти	об'єкт, при експлуатації якого можливі аварійні вибухи і пожежі.
Хімічно небезпечний об'єкт	об'єкт, на якому переробляють або транспортують небезпечні хімічні речовини.
Аварійно хімічно небезпечна речовина	небезпечна хімічна речовина, що застосовується в промисловості і сільському господарстві, при аварійному викиді (розливі) якого може статися зараження навколишнього середовища на вражаючих живий організм концентраціях (токсодоза)
Оцінка ризику	розрахунок значень індивідуального ризику для даного населеного пункту або території.
Елементи ризику	все знаходиться на даній території - люди, інженерні споруди цивільного і промислового призначення, лінії життєзабезпечення та інші складові інфраструктури.

Методичні основи щодо декларування безпеки та експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН), розробки заходів запобігання аварій, локалізації їх розвитку та оцінки масштабів наслідків викладає “Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки” (подалі Методика) [6], затверджена наказом Міністерства праці та соціальної політики України № 637 від 04.12.2002 р. Терміни та їх визначення, що застосовуються у Методиці наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Терміни та їх визначення, що застосовуються у Методиці

Термін	Визначення
Аналіз ризику аварії	– процес виявлення небезпек і оцінки ризику аварії на об'єктах підвищеної небезпеки для людей, їх майна та довкілля.
Громадськість	– одна або декілька фізичних чи юридичних осіб.
Небезпека аварії	– загроза, можливість заподіяння збитків людині, майну і (чи) довкіллю внаслідок аварії на об'єкті підвищеної небезпеки.
Об'єкт «турботи»	– реципієнти, негативний вплив аварій на які створює небезпеку для життєдіяльності населення та для довкілля і торкається інтересів громадськості.
Ризик	– ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за його межами.
Індивідуальний ризик	– імовірність загибелі людини, що знаходиться в цьому регіоні, від можливих джерел небезпеки об'єкта підвищеної небезпеки протягом року з урахуванням імовірності її перебування в зоні ураження.
Територіальний ризик	– імовірність загибелі протягом року людини, яка знаходиться в конкретному місці простору, від можливих джерел небезпеки об'єкта підвищеної небезпеки.

Таблиця 1.3 (продовження)

Соціальний ризик	– імовірність загибелі людей понад певну кількість (або очікувана кількість загиблих) у цьому регіоні протягом року від можливих 80 джерел небезпеки об'єкта підвищеної небезпеки, з урахуванням імовірності їх перебування в зоні ураження.
Збитки від аварії	– втрати (збитки) у виробничій і невиробничій сфері життєдіяльності людини, шкода довкіллю, заподіяні в результаті аварії на об'єкті підвищеної небезпеки що обчислюються в грошовому еквіваленті.
Оцінка ризику аварії	– процес визначення ймовірності та вагомості наслідків реалізації небезпек аварій для здоров'я людини, майна і довкілля.
Прийнятний ризик	– ризик, який не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки і за його межами гранично допустимого рівня.

Стандарт ISO 31000 [7] призначений для сімейства стандартів, пов'язаних із управлінням ризиками, що запропоновані Міжнародною організацією зі стандартизації. Метою ISO 31000:2009 є забезпечення загальної термінології (таблиця 1.4) і керівних принципів з управління ризиками.

Стандарт ISO 31000 був підготовлений ISO Technical Management Board Working Group (робочою групою із технічного менеджменту) з управління ризиками. У цей час стандарт ISO 31000 включає:

- ISO 31000:2009 – Принципи та Керівництво з впровадження;
- ISO / IEC 31010:2009 – Управління ризиками – методи оцінки ризику;
- ISO Guide 73:2009 – Управління ризиками – Словник.

В Україні терміни і опис методів загального оцінювання ризику наведені в стандарті ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013.

Таблиця 1.4 Терміни та їх визначення згідно міжнародного стандарту ISO 31000 [7]

Термін	Визначення
Ризик – вплив невизначеності на цілі.	Вплив розглядається як відхилення від очікуваного – з позитивними або негативними наслідками. Цілі можуть мати різні аспекти (фінансові; аспекти, що стосуються професійної безпеки та здоров'я; екологічні задачі) і можуть належити до різних рівнів (стратегічний рівень, організаційний, рівень проекту, продукції та процесу).
Невизначеність	– це стан, частково відсутність інформації щодо розуміння або знання події, її наслідків або ймовірності.
Ризик-менеджмент	– скоординовані дії для того, щоб направляти і контролювати організацію відносно ризиків.
Концепція ризик-менеджменту	– набір компонентів, що надають основи й організаційні заходи для проектування, впровадження, моніторингу, аналізу і постійного поліпшення ризик-менеджменту у всій організації. Основи включають політику, цілі, доручення і зобов'язання управляти ризиками. Організаційні заходи передбачають планування, відносини, звітність, ресурси, процеси і діяльність. Концепція ризик-менеджменту включена в загальну стратегію організації, оперативну політику і діяльність.
Політика ризик-менеджменту	– становище загальних намірів і напрямів організації щодо ризик-менеджменту.
План ризик-менеджменту	– схема в складі концепції ризик-менеджменту, що визначає підхід, компоненти менеджменту та ресурси, застосовні до управління ризиками. Компоненти менеджменту зазвичай включають процедури, практики, призначення відповідальних осіб, послідовність і час дій. План ризик-менеджменту може бути застосований до певного продукту, процесу і проекту, а також до частини і цілої організації.

Таблиця 1.4 (продовження)

Власник ризику	– визначення зовнішніх і внутрішніх параметрів, які необхідно взяти до уваги під час управління ризиками, а також встановлення сфери та критеріїв ризику для політики ризик-менеджменту.
Зовнішній контекст	<p>– зовнішнє середовище, в якому організація прагне досягти своїх цілей. Зовнішній контекст може включати: 1) середовище – культурне, соціальне, політичне, правове, регулятивне, фінансове, технологічне, економічне, природне, конкурентне або міжнародне, національне, регіональне, або локальне;</p> <p>2) ключові рушійні сили і тренди, що впливають на цілі організації; 3) відносини із зовнішніми зацікавленими сторонами, їх сприйняття та оцінка.</p>
Внутрішній контекст	<p>– внутрішнє середовище, в якому організація прагне досягти своїх цілей. Внутрішній контекст може включати: 1) управління, організаційну структуру, ролі та відповідальність; 2) політику, цілі, стратегії, що використовуються для досягнення цілей; 3) можливості, розуміння у рамках ресурсів та знань (наприклад, фінанси, час, процеси, системи і технології); 4) сприйняття та оцінку внутрішніх зацікавлених сторін; 5) інформаційні системи, інформаційні потоки, а також процес прийняття рішень (формальних і неформальних); 6) відносини з внутрішніми зацікавленими сторонами, їх сприйняття та оцінка; 7) культуру організації; 8) стандарти, керівництва і моделі, офіційно прийняті організацією;</p> <p>9) форму та обсяг договірних відносин.</p>

Таблиця 1.4 (продовження)

Комунікації і консультації	<p>– постійний і повторюваний процес, яким управляє організація для того, щоб надати, поділитися або придбати інформацію, а також для того, щоб розпочати діалог із зацікавленими сторонами та іншими щодо управління ризиками. Інформація може стосуватися суті, природи, ймовірності, строгості, оцінки, прийнятності, обробки або інших аспектів управління ризиками. Консультація – це двосторонній процес інформаційної комунікації між організацією та її зацікавленими сторонами або іншими сторонами з певного питання, прийняття рішення або визначення</p> <p>напрямку за конкретною темою. Консультація – це процес, що впливає на рішення краще, ніж повноваження, а також це вхідні дані для прийняття рішення, а не спільне прийняття рішення.</p>
Зацікавлена сторона	<p>– особа або організація, яка може вплинути (або на неї можна вплинути, а також відчувати себе під впливом) на рішення або діяльність. Особа, що приймає рішення, може бути зацікавленою стороною.</p>
Оцінка ризику	<p>– загальний процес ідентифікації ризику, аналіз ризику і визначення ступеня ризику.</p>
Ідентифікація ризику	<p>– процес знаходження, розпізнавання й опису ризику. Ідентифікація ризику включає ідентифікацію джерел ризику, подій, їх причин і потенційних наслідків. Ідентифікація ризику може включати історичні дані, теоретичний аналіз, інформаційні та експертні опції і потреби зацікавлених сторін.</p>

Таблиця 1.4 (продовження)

Джерело ризику	– елемент, який сам по собі або в комбінації з іншими має внутрішній потенціал для виникнення ризику. Джерело ризику може бути матеріальним або нематеріальним.
Подія	– поява або зміна певних обставин. Подія може являти собою одну або багато обставин і може мати декілька причин. Подія може складатися з того, що не відбувається. Іноді подія може належати до термінів «Інцидент» або «Випадковість». Подія без наслідків також може належати до термінів «часткова удача», «випадок», «загроза події», «небезпечне становище».
Наслідок	– результат події, що впливає на цілі. Подія може привести до ряду наслідків. Наслідок може бути визначеним або невизначеним і мати позитивний або негативний вплив на цілі. Наслідки можуть бути виражені якісно і кількісно. Початкові наслідки можуть спричинити за собою більш серйозні.
Ймовірність	– можливість того, що щось станеться. В термінології ризик-менеджменту слово «ймовірність» використовується для посилання на можливість, що щось станеться, вимірюється і визначається об'єктивно і суб'єктивно, кількісно та якісно, й описується за допомогою загальних термінів або математично (наприклад, ймовірність або частота в цей період часу).
Структура ризику	– опис будь-якої групи ризиків. Група ризиків може містити такі ризики, які належать до цілої організації, частини організації або інших компонентів.
Аналіз ризику	– процес розуміння природи ризику і визначення рівня ризику. Аналіз ризику надає основу для визначення ступеня ризику і для вирішення обробки ризику. Аналіз ризику включає оцінку ризику.

Таблиця 1.4 (продовження)

Критерії ризику	– дані, за якими оцінюється значущість ризику. Критерії ризику засновані на цілях організації, її зовнішньому і внутрішньому контексті. Критерії ризику можуть бути похідними від стандартів, законів, політики та інших вимог.
Рівень ризику	– величина ризику, виражена в рамках комбінації наслідків та їх ймовірностей.
Визначення ступеня ризику	– процес порівняння результатів аналізу ризику з критеріями ризику для визначення того, чи можна прийняти величину ризику. Визначення ступеня ризику сприяє обробці ризику.
Обробка ризику	– процес модифікації ризику. Обробка ризику може включати: обхідний шлях ризику за допомогою рішення не починати або не продовжувати діяльність, яка провокує появу ризику; збереження або збільшення ризику з метою дослідити обставини; видалення джерела ризику; зміну ймовірності; зміну наслідків; поділ ризику з іншою стороною або сторонами (включаючи контракти і фінансування ризику); збереження ризику при наявності повної інформації. Обробки ризиків, які мають справу з негативними наслідками, іноді приводять до «зменшення ризиків», «усунення ризиків», «уникнення ризиків» і «редукції ризиків». Обробка ризику може створити нові ризики або модифікувати вже існуючі.
Контроль	– вимірювання, здатне змінити ризик. Контроль включає будь-який процес, політику, приладу, практика або інші дії, що модифікують ризик. Контроль не завжди впливає на очікуваний або передбачуваний модифікуючий ефект.
Залишковий ризик	– ризик, який залишається після обробки ризику. Залишковий ризик може містити в собі не ідентифікований ризик. Залишковий ризик може також називатися “збережений ризик”.

Таблиця 1.4 (продовження)

Моніторинг	– постійна перевірка, нагляд, критичне спостереження або визначення статусу ідентифікації зміни показників та очікуваних результатів. Моніторинг може бути застосований до концепції ризик-менеджменту, процесу ризик-менеджменту, ризику або контролю.
------------	---

У ДСТУ 2156–93 “Безпека промислових підприємств” [8] екологічний ризик визначено як “імовірність несприятливих наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, що викликає незворотну деградацію екосистеми”.

1.2. Фактори екологічних ризиків аварій на трубопроводах

Екологічні фактори – фактори, обумовлені причинами природного характеру (кліматичні умови, фізико-хімічні характеристики атмосфери, води, ґрунтів, природні нещастя і катастрофи) [9].

Фактори екологічного ризику, що визначено в роботі Бахтізіна [9], наведено в таблиці 1.5

Таблиця 1.5. Фактори екологічного ризику

Фактори	Обумовленість фактору
Соціально-економічні	фактори, що обумовлені причинами соціального, економічного, психологічного характеру
Техногенні	фактори, що обумовлені господарською діяльністю людей
Військові	фактори, обумовлені роботою воєнної промисловості

Зокрема що стосується факторів виникнення екологічних ризиків в результаті аварій на нафто- та газопроводах, дані фактори наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 Фактори оцінювання можливості виникнення аварій на нафто- та газопроводах [9]

Фактори технічного стану ділянки нафтогазопроводу	Найменування факторів
Конструктивно-технологічні фактори	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кількість небезпечних дефектів; 2. Відносний показник втрати міцності комунікації, зумовлений наявністю небезпечних дефектів; 3. Термін ремонту ділянок із небезпечними дефектами; 4. Кількість виявлених незначних дефектів; 5. Ймовірність розвитку незначних дефектів до досягнення стану небезпечних.
Фактори експлуатаційного навантаження трубопроводу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Довжина ділянки комунікації; 2. Конструктивно-габаритні параметри комунікації; 3. Фактична товщина стінок комунікації; 4. Марка сталі, її механічні характеристики; 5. Термін експлуатації досліджуваної ділянки; 6. Виробник комунікацій; 7. Категорія ділянки за складністю проведення робіт; 8. Наявність захисних покриттів; 9. Характеристики підводних переходів.
Фактори корозійного впливу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Паспортна продуктивність; 2. Середньорічні об'єми технологічного навантаження; 3. Дані про робочий тиск; 4. Несуча здатність ґрунту; 5. Фізико-хімічні характеристики продукту транспортування.

Таблиця 1.6 (продовження)

Антропогенні фактори	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корозійна активність ґрунту; 2. Кліматичний район; 3. Тип зовнішнього ізоляційного покриття (матеріал, конструкція і спосіб нанесення); 4. Тривалість експлуатації комунікації без заміни ізоляційного покриття; 5. Захищеність ділянки по довжині засобами електрозахисту; 6. Дані про наявність ділянок, де комунікація виходить із ґрунту у воду або на повітря і навпаки; 7. Корозійна активність транспортованого продукту.
Фактори природних впливів	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рівень господарської активності поблизу ділянки пролягання підземної комунікації; 2. Розміщення сусідніх промислових об'єктів; (газопроводів, продуктопроводів, доріг тощо).
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Можливість деформації ґрунту (обвали, зсуви, просідання та здійснення ґрунту тощо); 2. Можливість нерівномірного осідання ґрунту; 3. Можливість розмиву ґрунту через зміну русла річок або дію підґрунтових вод; 4. Зміна рельєфу місцевості.

Структура основних факторів екологічного ризику згідно ДСТУ 2156–93 “Безпека промислових підприємств” [8] наведено на рисунку 1.1.

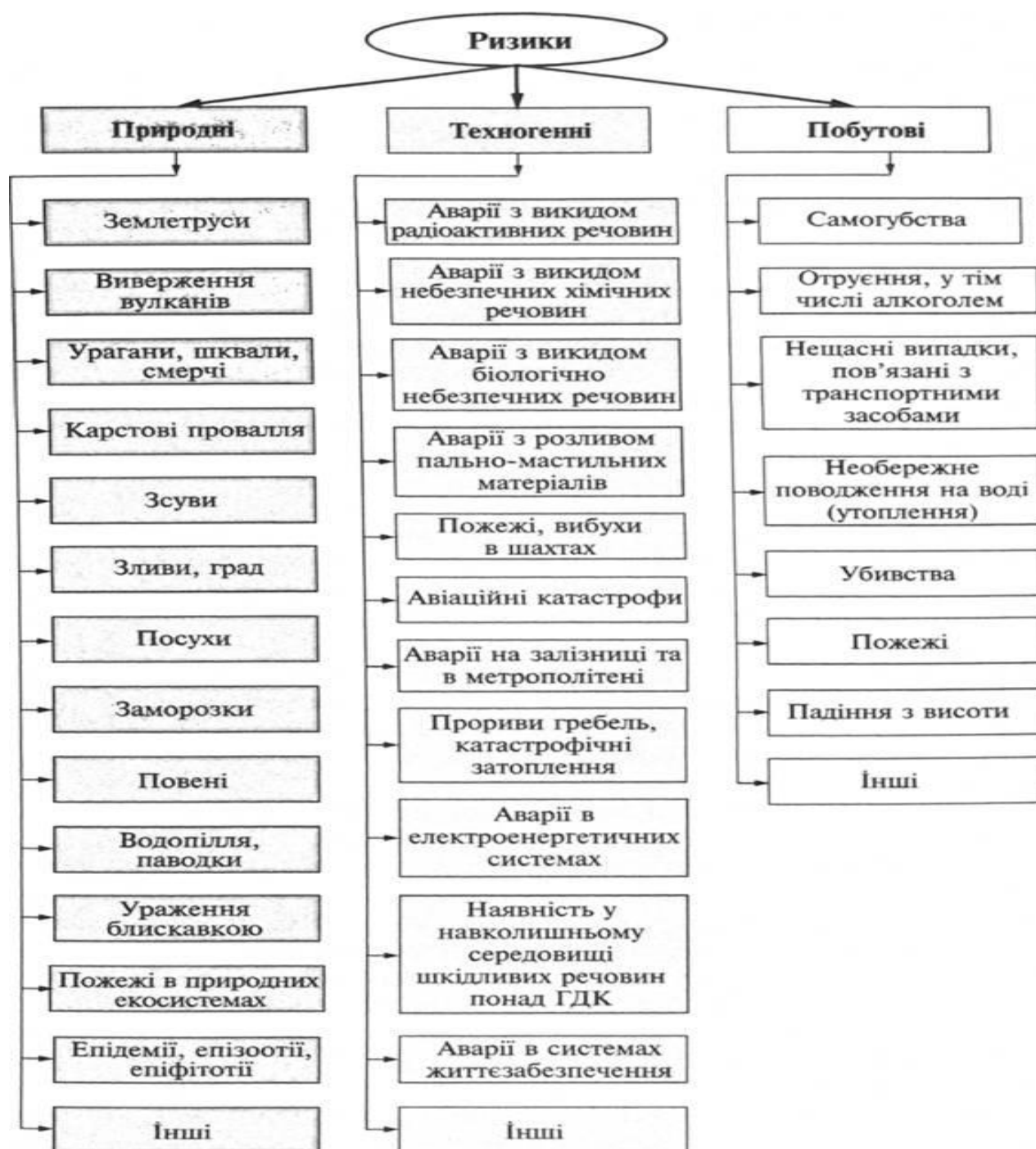


Рисунок 1.1 – Структура факторів ризику на небезпечних об'єктах [8]

1.3. Сучасні інформаційні ГІС технології в задачах моніторингу довкілля

Існує досить багато якісних та функціональних ГІС технологій, більшість з них орієнтовані на величезні масштаби роботи, включаючи моделювання самої карти, а також потребують безліч модулів для розширення їхнього функціоналу, що

робить їх досить складними в освоєнні і роботі. В цьому розділі дипломної роботи ми розглянемо найпопулярніші геоінформаційні системи. Першою з них стане Quantum GIS.

Проект **Quantum GIS (QGIS)** є однією з найпопулярніших сьогодні програм для роботи з просторовими даними. Велика кількість користувацьких вимог призвело до збільшення різноманіття екосистеми: Quantum GIS є найвідомішою за своєю версією для настільних комп'ютерів, проте проект також пропонує добре інтегрований сервер WMS та WFS, а також розробку версії QGIS для Android, яка поставляє QGIS на мобільні телефони і планшети [10].

Quantim GIS є популярною географічною інформаційною системою, доступною на всіх основних платформах із постійно зростаючою базою користувачів, яка легко перевищує 100 000 користувачів навіть за консервативними оцінками. Quantim GIS використовується у всьому світі для таких різноманітних завдань, як лісове господарство та міське планування у Швейцарії та Малайзії, картографічна схема в Австралії та палеонтологічні опитування в Португалії.

Однією з особливостей популярності є її гнучкість у масштабі з вимогами користувачів: від простого перегляду даних та збирання, редагування та аналізу даних, до обслуговування даних в Інтернеті - на таку кількість машин, котра потрібна, і без будь-яких проблем з ліцензуванням.

Quantum GIS Desktop є ядром екосистеми QGIS (рисунок 1.2). Це класичний GIS додаток для настільних комп'ютерів із потужними інструментами для перегляду, редагування та аналізу просторових даних.

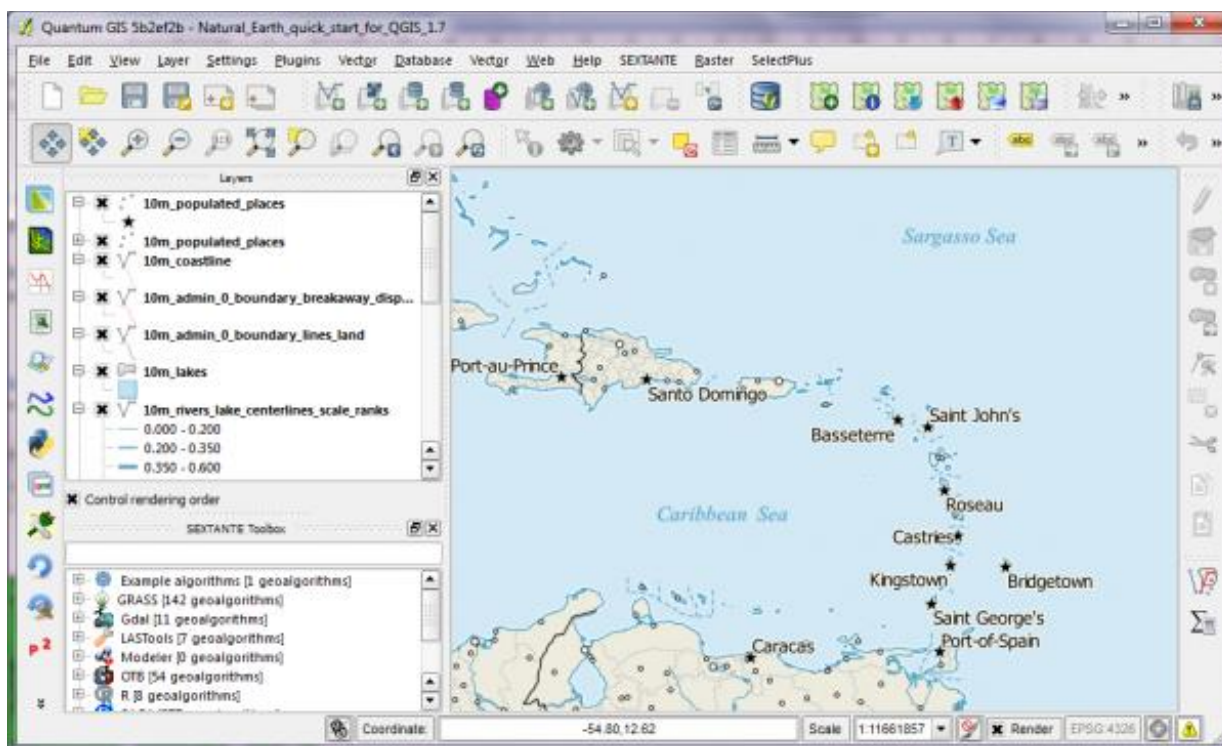


Рисунок 1.2 – Інтерфейс програми Quantum GIS [10]

Крім того, є додаткова програма QGIS Browser, яка працює як каталог даних і переглядач. Це полегшує перегляд великих архівів даних та списків веб-сервісів та пропонує перетягування і скидання шарів на QGIS Desktop [10]. QGIS підтримує широкий спектр форматів файлів, системи баз даних (такі як PostGIS, Oracle Spatial, або MS SQL Server) та OGC стандарти, такі як WMS, WFS та WPS. Це гарантує, що квантова ГІС та інші, навіть запатентовані ГІС можуть бути використані один з одним і доповнювати один одного.

QGIS спроектований як неймовірно модульний додаток. Користувачі можуть як зменшити, так і збільшувати складність та функціональність програми, або видаляючи непотрібні елементи користувацького інтерфейсу, або активізуючи додаткові функції через систему плагінів. Ще одним яскравим представником є додаток ArcGIS.

ArcGIS - географічна інформаційна програма. ArcGIS можна розділити на три основні частини; Настільні ГІС, серверна ГІС та Мобільна ГІС [11].

Доступні наступні програми ГІС:

- ArcGIS Desktop. Програми, які ми встановили протягом багатьох років. Ці програми не будуть доступні через деякий час;
- ArcGIS Pro. Нова програма з новим інтерфейсом користувача та новими технологіями;
- ArcGIS Online – “повна хмарна картографічна платформа” - робити GIS-роботи з веб-браузером Інтернету.

У цих програмах набір функцій для візуалізації, адміністрування, створення, аналізу та редагування географічної інформації.

Настільна версія включає в себе ArcView, ArcEditor і ArcInfo, починаючи від базових функцій до більш просунутих в тому ж порядку. ArcView, ArcEditor та ArcInfo мають таке ж основне застосування з однаковими користувацькими інтерфейсами та середовищем розробника, що підвищує зручність користувача. Ця програма також містить додаткові модулі для виконання більш спеціалізованих завдань, таких як генерація моделі місцевості, 3D-аналіз та візуалізація та растрові аналізи [11].

Серверна ГІС складається з ArcGIS Server, який використовується для створення карт-сервісів в Інтернеті та інтрамережі (рисунок 1.3). ArcGIS Server дає змогу ділитися географічною інформацією, аналізом та робочими завданнями, що робить ArcGIS Server корисним для створення зручних веб-програм.

Рисунок 1.3 – Інтерфейс програми ArcGis [11]

Мобільна ГІС (ArcPAD) дає вам можливість скористатися повністю розробленою географічною інформаційною системою (ГІС) з офісу в поле. За допомогою Mobile GIS ви можете збирати, оновлювати, аналізувати, контролювати якість та відображати географічну інформацію. Мобільна ГІС доступна для платформ Android, iOS, Windows Mobile та багато іншого.

Завдяки CityEngine ви можете легко експортувати свої 3D-моделі в інтерактивні веб-моделі, які користувач може відкрити без інсталяції інших надбудов.

Частини NTNU є членами Norge Digitalt, які мають ряд доступних наборів даних. Через Geo Norway Norge Digitalt буде розміщувати великі набори даних, включаючи географічні дані, цифрові карти, послуги онлайн-картографування, інші географічні служби та картографічні програми. Це місце, де ви можете знайти інформацію про доступні дані про карту та географічні служби в Норвегії. Якщо ви хочете отримати інформацію від Norge Digitalt, вам доведеться зв'язатися з

установою, яка придбала доступ до Norge Digitalt. Зазвичай в інституті буде контактна особа, яка може допомогти вам отримати доступ до інформації від Norge Digitalt [11].

Користувачі мають доступ до декількох модулів розширення, у тому числі;

- 3D аналітика;
- Геостатистичний аналітик;
- Просторовий аналітик;
- Аналітик мережі;
- Аналітик огляду;
- ArcScan.

Також варто розглянути систему з значно вужчим профілем ніж попередні гіганти індустрії GIS, це INGE GIS (рисунок 1.4).

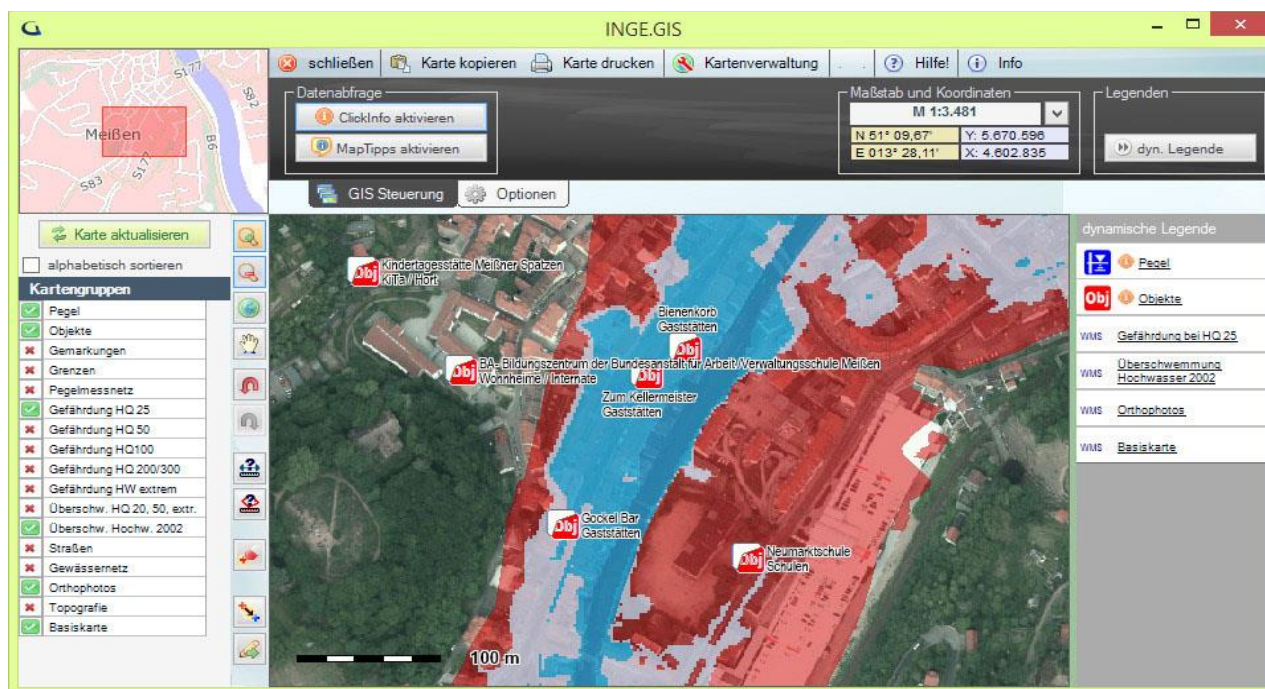


Рисунок 1.4 – Інтерфейс програми INGE.GIS [12]

Програмне забезпечення “Interactive risk map for the municipal flood protection” (**INGE**) демонструє плани посилення загрози для муніципалітетів. INGE надає можливість отримати швидкий та повний огляд об’єктів, що знаходяться під загрозою зникнення, в залежності від поточної або очікуваної висоти рівня паводкових вод. Крім того, він включає в себе можливість пов’язати зображення,

текстові документи та геодані з окремими об'єктами (наприклад, у школах, лікарнях ...) [12]. Широка база даних INGE підтримує прийнятне рішення щодо захисту від паводків:

- аналіз та оцінка ризиків повені для існуючих або запланованих об'єктів;
- координація та просторова оптимізація заходів протидії паводкам;
- попередження відповідальних осіб та установ у випадку повені;
- надання інформації для підрозділів та прихильників боротьби з повенями щодо об'єктів, що постраждали від повені, можливостей доступу, рівнів розширення зони повені;
- підтримка швидкого прийняття рішень під час наслідків повені, використовуючи інформацію та карти;

Програмне забезпечення INGE засноване на даних про відповідні об'єкти у муніципальній місцевості. Всі дані потрібно ввести в структуру бази даних. В якості основи інформації можуть використовуватися муніципальні програми підвищення рівня тривоги.

Об'єкти класифікуються як групи об'єктів. Пул даних об'єкта може заповнюватися інформацією про відповідальність (телефонні номери, адреси), документи (плани тривоги) та фотографії. Крім того, об'єкт та його відповідні калібрувальники або датчики асоціюються. Критичний рівень води визначається для кожного об'єкта щодо цих датчиків [12].

Залежно від цих критичних рівнів води об'єкти будуть класифіковані як небезпечні під загрозою повені або не піддаються загрозі. Цей запит можна ініціювати за допомогою інструмента “Запит про ситуацію”. Всі об'єкти, що знаходяться під загрозою зникнення, можуть бути відображені картографічно за допомогою інтерфейсу користувача GIS. Використовуючи інструмент запиту, ви можете отримати всю інформацію про об'єкт, наприклад список, який розповсюджується як електронна пошта.

Для поглибленого обміну даними можна використовувати функцію відстеження стану дій, щоб інформувати органи вищого рівня та експортувати дані

через стандартний формат даних XML як стандартний спосіб передачі даних об'єкта в інші системи управління [12].

База даних окремих мов містить всю необхідну інформацію у вигляді повного каталогу всіх текстів, міток та фраз, а також їх перекладів на відповідних підтримуваних мовах, що використовуються в програмі. Характер і кількість використовуваних мов не обмежені або обмежені.

Останнім представником GIS, котрого варто розглянути стане найпопулярніша, на даний момент, система в світі, Google Maps.

Google Maps - це служба веб-карти, розроблена компанією Google. Вона пропонує супутникові знімки, вуличні карти, панорамні види вулиць на 360 градусів ("Перегляд вулиці"), умови руху в реальному часі (Google Traffic) та планування маршрутів для пішохідних, автомобільних, велосипедних подорожей чи громадським транспортом.

Карти Google почали працювати як настільна C++ програма на Where 2 Technologies. У жовтні 2004 року компанія була придбана компанією Google, яка перетворила її на веб-додаток. Після додаткових придбань компанії візуалізації геопросторових даних та аналізатора трафіку в реальному часі, Карти Google були запуснені в лютому 2005 року. Front end сервісу використовує JavaScript, XML і Ajax. Карти Google пропонують API, який дозволяє вбудовувати карти на сторонні веб-сайти [12] та пропонує місцевий пошук для міських підприємств та інших організацій у багатьох країнах світу. Картограф Google дозволив користувачам спільно розширювати та оновлювати порядок обслуговування по всьому світу, але був припинений з березня 2017 року. Однак внески на мобільні ресурси на Google Maps не були припинені, оскільки компанія оголосила, що ці функції будуть передані в програму Google Local Guides.

Супутниковий перегляд Карт Google - це вид зверху "вниз" або "пташиного польоту"; більшість зображень із високою роздільною здатністю міст - це аерофотозйомка, взята з літальних апаратів, що пролітають від 800 до 1500 футів (240 до 460 м), тоді як більшість інших зображень - із супутників. Значну частину доступних супутникових зображень складають зображення яким не більше, ніж три

роки, і вони регулярно оновлюється. Карти Google використовують варіант проєкції Mercator, і тому не можуть точно показати ділянки навколо полюсів [14]. Проте в серпні 2018 року настільна версія Google Maps була оновлена, щоб показати 3D-глобус.

Поточна реконструйована версія настільної програми була доступна в 2013 році поряд з класичною версією (до 2013 року). Карти Google для пристроїв Android і iOS були випущені у вересні 2008 року, а також функції повороту навігації по GPS, а також спеціальні функції автопаркування. У серпні 2013 року вона була визнана найпопулярнішою у світі програмою для смартфонів, причому понад 54% глобальних власників смартфонів використовували її щонайменше один раз.

У 2012 році Google повідомила про наявність більш ніж 7100 співробітників та підрядників, які безпосередньо працюють над картографуванням.

Оскільки Google Maps кодується практично повністю за допомогою JavaScript та XML, деякі кінцеві користувачі переробляють цей інструмент і створюють скрипти на стороні клієнта та вузли на стороні сервера, що дозволило користувачеві або веб-сайту представити розширені або індивідуальні функції в інтерфейсі Карт Google.

Використовуючи основний движок та карти / супутникові зображення, розміщені компанією Google, такі інструменти можуть вводити власні значки місцеположення, координати місцеположень та метадані, а також власні джерела зображення карти в інтерфейсі Карт Google. Інструмент для вставки скриптів Greasemonkey надає велику кількість сценаріїв на стороні клієнта для налаштування даних Google Maps.

Комбінації з веб-сайтами для обміну фотографіями, такі як Flickr, використовуються для створення “карт пам'яті”. Копії супутникових фотографій Keyhole використовують можливості використання анотацій зображень для надання особистих історій та інформації щодо конкретних точок району.

Після успіху реверс-інженерних mashups, таких як chicagocrime.org і housingmaps.com, Google запустив API Карт Google у червні 2005 року, щоб дозволити розробникам інтегрувати Карти Google на свої веб-сайти. Це був

безкоштовний сервіс, який не вимагав ключа API до червня 2018 року (зміни набрали чинності 16 липня), коли було оголошено, що для доступу до API потрібно буде використати ключ API, пов'язаний із обліковим записом Google Cloud, у якому ввімкнено білінг [15]. В даний час API не містить реклами, проте компанія Google заявляє, що в своїх умовах вони залишають за собою право розміщувати рекламу в майбутньому.

Використовуючи API Карт Google, ви можете вставляти Карти Google на зовнішній веб-сайт, на який можна накладати певні дані на сайт (рисунок 1.5).

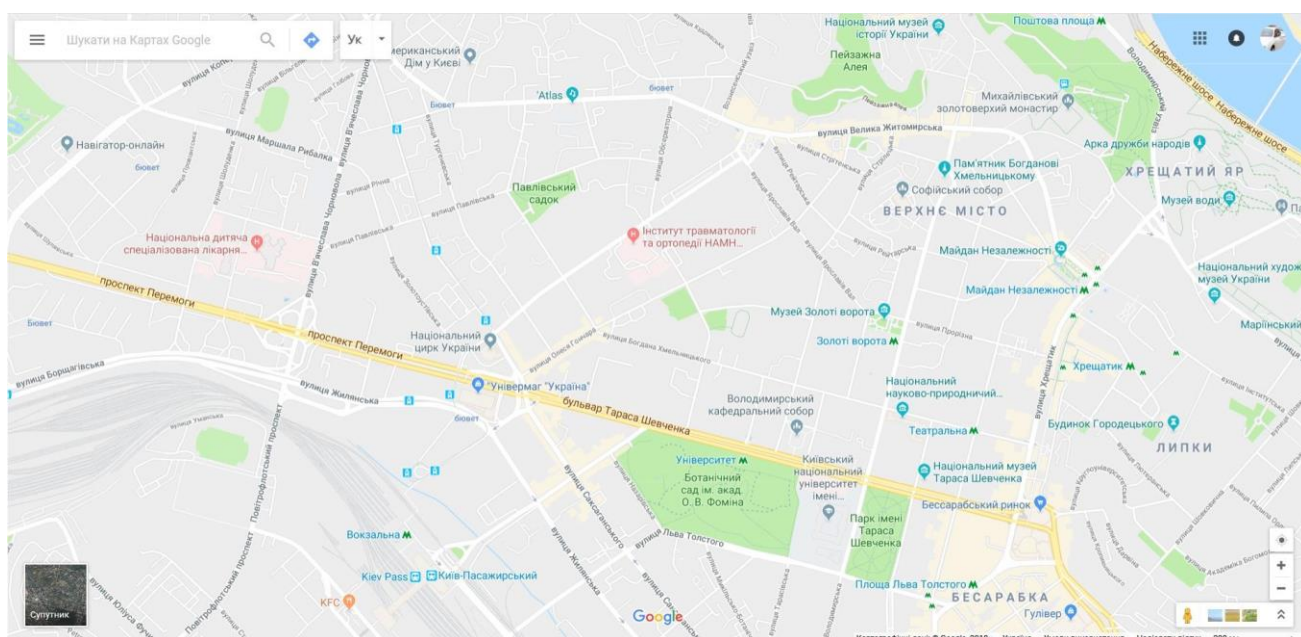


Рисунок 1.5 – Інтерфейс веб-додатку Google Maps [15]

Напочатку лише JavaScript API, API Maps був розширений, щоб включати в себе API для програм Adobe Flash, послуга для отримання статичних зображень карти та веб-служб для геокодування, створення напрямків руху та отримання висоти профілі. Понад 1 000 000 веб-сайтів використовують API Google Maps, що робить його найбільш популярним API для розробки веб-додатків.

API Google Maps є безкоштовним для комерційного використання, за умови, що сайт, на якому він використовується, є загальнодоступним і не стягує за доступ, і не генерує більше 25 000 доступу до карти в день. Сайти, які не відповідають цим вимогам, можуть придбати API Карт Google для бізнесу.

Успіх API Карт Google породив ряд конкуруючих альтернатив, включаючи HERE Maps API, платформу Bing Maps, Leaflet та OpenLayers за допомогою самостійного хостингу. Yahoo! API Maps в даний час завершується.

Як ми всі розуміємо, для виконання ГІС-аналізу необхідно вибрати інформаційну ГІС. Виходячи з усього вищесказаного можна з впевненістю сказати, що найбільш підходящою для виконання поставленого завдання системою стає Google Maps. Саме на її основі, як карті, буде проводитись програмування потрібних нам додаткових модулів.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано терміни та визначення, що дають змогу проводити аналіз екологічних ризиків аварій.
2. Проаналізовано фактори виникнення екологічних ризиків на газо-нафтопроводах.
3. Аналіз сучасних інформаційних ГІС технологій показав, що існує велика кількість аналогів, але всі вони надзвичайно складні в освоєнні, потребують завантаження або створення самих карт, на відміну від Google Maps і крім того для проведення аналізів будь-якого роду потрібні сторонні, платні плагіни.

2. МЕТОДИЧНО-МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ГАЗО-НАФТОПРОВОДАХ

Основне призначення аналізу ризику – отримати необхідні дані для прийняття рішень щодо певних проблемних ситуацій і передбачити заходи для захисту від можливих фінансових втрат. Мета аналізу ризику – одержання необхідної інформації про структуру, властивості об'єкта та наявні ризики.

2.1. Розрахункові моделі оцінки ризику аварій на нафто-газопроводах

Процес аналізу ризиків в результаті аварії включає п'ять основних етапів:

- 1) виявлення та оцінювання можливих ризиків;
- 2) формування основних критеріїв і кількісних показників ризику аварії;
- 3) прийняття рішення;
- 4) вплив на ризик (зниження, збереження чи передача);
- 5) контроль результатів.

Основними критеріями і кількісними показниками ризику аварії є [16]:

- індивідуальний ризик (визначається як вірогідність смертельного результату або втрати здоров'я населення за рік під час стихійного лиха або в процесі аварії);
- колективний ризик (визначається як очікуване число уражених (зі смертельними наслідками або втратою здоров'я) від можливої аварії або стихійного лиха за рік);
- комплексний індивідуальний ризик (враховує можливість ураження людини при всіх надзвичайних ситуаціях, характерних для даного регіону);
- комплексний колективний ризик (враховує можливість ураження людей при всіх надзвичайних ситуаціях, характерних для даного регіону);

- імовірність ураження населення в межах розглянутої площадки з урахуванням можливості впливу вражаючого фактора різної інтенсивності;
- математичне сподівання втрат людей в межах всього міста;
- математичне сподівання втрат людей (загальних, безповоротних, санітарних) і структура по тяжкості поразки можуть бути визначені з урахуванням ймовірності розміщення людей в зоні ризику;
- імовірність настання несприятливої події за умови, що трапилася надзвичайна ситуація, може бути визначена з використанням математичного очікування збитку елементів населеного пункту або населенню та ін.

Розрахункові моделі оцінки ризику за вищезазначеними показниками наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Розрахункові моделі оцінки ризику та розрахунку кількісних показників ризику

№	Формула	Пояснення змінних
Індивідуальний ризик		
1.	$R_{ei} = H \cdot P$	R_{ei} – індивідуальний ризик при i -ой надзвичайної ситуації; H – частота надзвичайної ситуації за рік; P – ймовірність настання несприятливої події за умови, що трапилася надзвичайна ситуація.
Колективний ризик		
2.	$R_i = H \cdot M(N)$	R_i – колективний ризик при i -ой надзвичайної ситуації; H – ймовірність настання надзвичайної ситуації (частота аварій, катастроф) за рік; $M(N)$ – математичне очікування втрат населення.
Комплексний індивідуальний ризик		
3.	$R_e = 1 - \prod_{i=1}^n 1 - R_{ei}$	n – число розглянутих надзвичайних ситуацій; R_{ei} – індивідуальний ризик при i -й надзвичайної ситуації.

Таблиця 2.1 (продовження)

Комплексний колективний ризик		
4.	$R = \sum_{i=1}^n R_i$	n – число розглянутих надзвичайних ситуацій; R_i - колективний ризик при i -й надзвичайної ситуації.
Математичне сподівання втрат людей в межах всього міста		
5.	$M(N) = \iint_{S_r} \int_{\Phi_{min}}^{\Phi_{max}} P(\Phi) \cdot f(x, y, \Phi) \cdot \psi(x, y) \cdot d\Phi \cdot dt \cdot dx$	
Імовірність настання несприятливої події P за умови, що трапилася надзвичайна ситуація		
6.	$P = \frac{M(N)}{N}$	

Важливою категорією ризику за порівняльного аналізу небезпеки окремих об'єктів, територій, регіонів, країн, є інтегральний ризик – сумарний ризик для населення, техногенних і природних об'єктів від усіх можливих негативних подій техногенного і природного походження. Цей показник об'єднує все різноманіття ризиків від залежних і незалежних подій (рисунк 2.1).



Рисунок 2.1 – Критерії оцінки ризиків на небезпечних об'єктах [8]

2.2. Економічна оцінка ризику в результаті аварій на нафто-газопроводах

Крім того при кількісному аналізі ризику в результаті аварії важливим є визначення (чи оцінювання) величини економічних втрат/збитків. У загальному формулюванні під поняттям «економічний збиток» розуміються фактичні або можливі економічні і соціальні втрати, виражені у вартісній формі, що виникають у результаті яких-небудь подій або явищ, у тому числі забруднення довкілля [16].

Згідно “Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру” (постанова Кабінету Міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 175, зі змінами і доповненнями, згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 04 червня 2003 р. №862) [16] усі збитки поділяються на пофакторні і пореципієнтні залежно від завданої фактичної шкоди, зокрема (рисунки 2.2):

- втрати життя та здоров'я населення (H_p);
- пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції (M_p);
- невироблення продукції внаслідок припинення виробництва (M_n);
- вилучення або порушення сільськогосподарських угідь ($P_{c/2}$);
- втрат тваринництва ($M_{тв}$);
- втрати деревини та інших лісових ресурсів ($P_{л/2}$);
- втрат рибного господарства ($P_{p/2}$);
- знищення або погіршення якості рекреаційних зон ($P_{рек}$);
- забруднення атмосферного повітря (A_ϕ);
- забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря (B_ϕ);
- забруднення земель несільськогосподарського призначення ($З_\phi$);
- збитки, заподіяні природно-заповідному фонду ($P_{нзф}$).

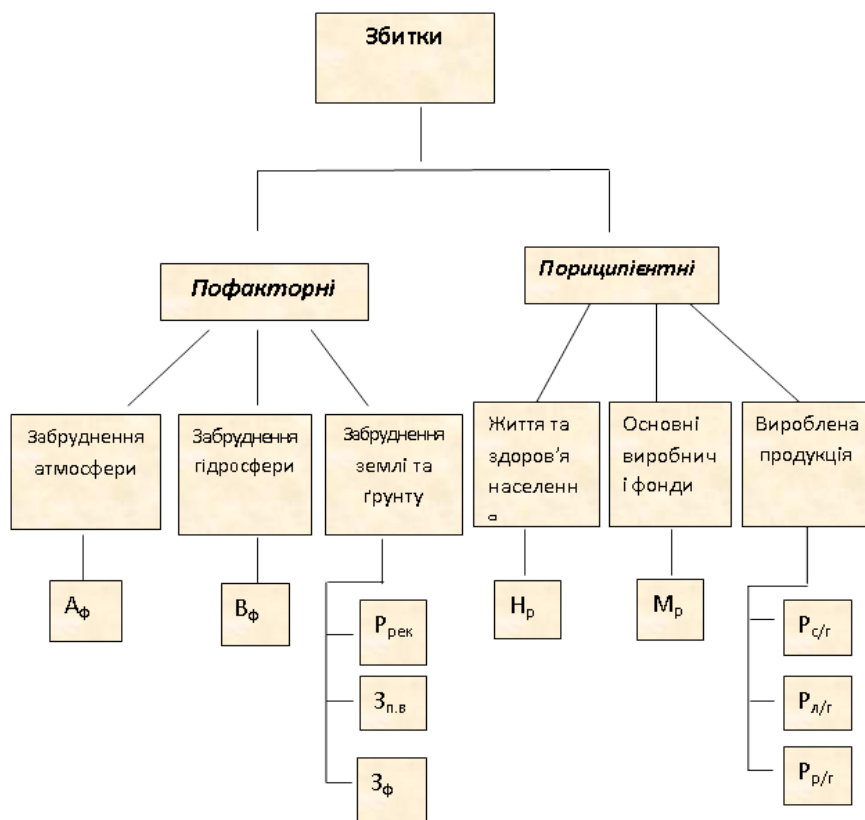


Рисунок 2.2 – Структура пофакторних і пореципієнтних збитків

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за такою формулою [16]:

$$H_p = \sum V_{\text{трр}} + \sum V_{\text{дп}} + \sum V_{\text{втг}}, \quad (2.1)$$

де $\sum V_{\text{трр}}$ – втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва;

$\sum V_{\text{дп}}$ – витрати на виплату допомоги на поховання;

$\sum V_{\text{втг}}$ – витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника;

Розрахунок збитків від вилучення або порушення сільськогосподарських угідь та втрат тваринництва провадиться на базі нормативних показників збитків для різних видів сільськогосподарських угідь по областях за такою формулою [16]:

$$P_{\text{с/г}} = P_{\text{с/г1}} + P_{\text{с/г2}}, \quad (2.2)$$

Збитки від вилучення сільськогосподарських угідь з користування ($P_{\text{с/г1}}$) розраховуються за такою формулою [16]:

$$P_{\text{с/г1}} = H \times \Pi, \quad (2.3)$$

де H – норматив збитків (узагальнений вартісний показник розміру заподіяної шкоди, який умовно відповідає вартісному виміру унеможливлення використання продуктивності землі) для різних видів сільськогосподарських угідь по областях (таблиця 2.2);

P – площа сільськогосподарських угідь відповідного виду, які вилучаються з користування, в гектарах.

Таблиця 2.2 Нормативи збитків для різних видів сільськогосподарських угідь областей (тис. гривень/гектар)

Області	Види сільськогосподарських угідь		
	рілля і багаторічні насадження	сіножаті	пасовища
Автономна Республіка Крим	495,5	182,1	158,5
Вінницька	502,3	261,3	228,3
Волинська	466,5	226,5	198,8
Дніпропетровська	537,6	225,6	198,4
Донецька	509,1	215,6	188,9
Житомирська	424,4	215,1	188,4
Закарпатська	368,2	124,6	108,7
Запорізька	587	269	235,5
Івано-Франківська	374,6	175,3	153,5
Київська	481	225,6	198,8
Кіровоградська	516,3	241,9	212,9
Луганська	481	225,6	198,8
Львівська	424,4	220,1	192,5
Миколаївська	473,8	173,9	152,6
Одеська	459,7	165,3	142,2
Полтавська	502,3	240,5	211,1
Рівненська	445,7	231,5	202,5
Сумська	495,5	276,7	241,4
Тернопільська	481	267	234,6
Харківська	523,1	250,9	220,6
Херсонська	445,7	199,3	174,4
Хмельницька	509,1	247,8	218,3
Черкаська	551,7	324,8	283,5
Чернівецька	424,4	233,3	203,4
Чернігівська	523,1	286,3	253,6

Збитки від порушення сільськогосподарських угідь ($D_{\bar{n}/\bar{a}2}$) розраховуються на базі коефіцієнта зниження продуктивності за такою формулою [16]:

$$D_{\bar{n}/\bar{a}2} = (1 - \hat{e}) \times \hat{I} \times \hat{I} , \quad (2.4)$$

де H – норматив збитків для різних видів сільськогосподарських угідь по областях (див. таблицю 2.2);

P – площа сільськогосподарських угідь відповідного виду, які вилучаються з користування, в гектарах;

k – коефіцієнт зниження продуктивності угіддя. Збитки розраховуються виходячи з вартості 1 тонни живої ваги тварини, що зазнала пошкодження внаслідок антропогенного впливу, та загальної ваги постраждалих тварин.

Вартісні показники відображають середні регіональні заготівельні ціни на заріз худоби. Розрахунок збитків проводиться за такою формулою [16]:

$$\hat{I}_{\partial \hat{A}} = \hat{A} \times N, \quad (2.5)$$

де $M_{тв}$ – розмір збитків, тис. гривень;

B – вартість 1 тонни живої ваги постраждалої тварини за середніми цінами, які склалися на підприємстві, що зазнало втрат у період, який безпосередньо передував забрудненню, але не більше ніж протягом 6 місяців;

N – загальна вага постраждалих тварин.

Збитки від забруднення землі нафтопродуктами розраховуються аналогічно до збитків від забруднення підземних вод на базі питомого показника збитків у частках НМД з урахуванням відносної екологічної небезпечності забруднюючої речовини та природної захищеності підземних вод у розрахунку на 1 тонну нафтопродуктів за такою формулою [16]:

$$Z_{\phi} = Y_n \times M \times L, \quad (2.6)$$

де Z_{ϕ} – обсяг збитків від забруднення поверхні землі та ґрунтів, гривень;

Y_n – питома величина збитків, завданих навколишньому природному середовищу, в НМД;

n – розмір НМД, гривень;

M – маса скинутої забруднюючої сировини, кілограмів;

L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод: для ґрунтових – 1, для міжпластових безнапірних – 1,3, для міжпластових напірних (артезіанських) – 1,6.

Розрахунок величини збитків внаслідок забруднення земель іншими (крім нафтопродуктів) речовинами провадиться шляхом введення до формули (2.6) коефіцієнта (K_i), який враховує екологічну небезпечність забруднюючої речовини. Тобто, розрахункова формула така [16]:

$$Z_{п.в} = K_i \times Y_n \times n \times V_3 \times L, \quad (2.7)$$

де $Z_{п.в}$ – обсяг збитків від забруднення підземних вод, гривень;

$K_i = 0,05/\text{ГДК}_i$, ГДК_i – величина гранично допустимої концентрації або безпечного рівня впливу i -ої забруднюючої речовини;

Y_n – питома величина збитків, завданих навколишньому природному середовищу, в НМД; n – розмір НМД, гривень;

V_3 – об'єм забруднених підземних вод, куб. метрів;

L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод.

Виявлення факту безпосереднього забруднення земель здійснюється візуально та за допомогою хіміко-аналітичних досліджень проб ґрунтів. Маса (об'єм) забруднюючих речовин, які потрапили на поверхню землі, встановлюється документально чи шляхом прямих натурних замірів. В умовах повного насичення шару ґрунту рідкими забруднюючими речовинами їх обсяг може бути розрахований за такою формулою [16]:

$$V = F \times H \times u, \quad (2.8)$$

де V – об'єм забруднюючих речовин, куб. метрів;

F – площа забруднення, кв. метрів;

H – глибина просочування, метрів;

u – дефіцит насичення, в частках від одиниці.

Розрахунок збитків від втрати деревини та інших лісових ресурсів провадиться для груп лісів за такою формулою [16]:

$$P_{л/Г} = P_{л/Г1} + P_{л/Г2} + P_{л/Г3}. \quad (2.9)$$

Збитки від знищення лісу та вилучення земельних ділянок лісового фонду для цілей, не пов'язаних з веденням лісового господарства ($P_{л/Г1}$), розраховуються за такою формулою [16]:

$$P_{л/Г1} = H \times K \times П, \quad (2.10)$$

де $P_{л/Г1}$ – розмір збитків, тис. Гривень;

H – норматив збитків (узагальнений вартісний показник розміру заподіяної шкоди, яка умовно відповідає вартісному виміру втрат внаслідок неможливості господарського використання лісів чи іншої корисності, пов'язаний з природними властивостями деревини та іншої лісової продукції) для груп лісів по областях (таблиця 3);

K – коефіцієнт продуктивності лісів за типами лісогосподарських умов областей;

$П$ – площа лісової ділянки, що вилучається або знищується, у гектарах.

Збитки від пошкодження лісів ($P_{л/Г2}$) розраховуються на базі коефіцієнта зниження продуктивності угідь за такою формулою [16]:

$$P_{л/Г2} = (1 - k) \times H \times П, \quad (2.11)$$

де $P_{л/Г2}$ – розмір збитків, тис. Гривень;

H – норматив збитків для груп лісів за регіонами України (таблиця 2.3);

$П$ – площа лісової ділянки, що зазнала шкідливого впливу;

k – коефіцієнт зниження продуктивності угіддя.

Таблиця 2.3 Нормативи збитків для груп лісових угідь за регіонами України
(тис. гривень/гектар)

Області	Нормативи збитків	
	для лісів 1 групи	для лісів 1 групи
Автономна Республіка Крим	123,1	
Вінницька	84,7	50,2
Волинська	77,7	46
Дніпропетровська	145	
Донецька	163	
Житомирська	75	44,4
Закарпатська	29,8	17,9
гірська частина області	123,1	123,1
Запорізька	250,9	
Івано-Франківська	31,9	19,9
гірська частина області	123,1	123,1
Київська	80,5	47,7
Кіровоградська	159,1	94,3
Луганська	118,6	
Львівська	70,1	41,6
гірська частина області	123,1	123,1
Миколаївська	241,6	
Одеська	141,8	
Полтавська	135	
Рівненська	74,1	43,9

У разі переведення лісів у менш цінну групу розмір збитків розраховується за такою формулою [16]:

$$P_{л/гз} = (H_2 - H_1) \times K \times П, \quad (2.11)$$

де $P_{л/гз}$ – розмір збитків, тис. гривень;

H_2 та H_1 – нормативи збитків відповідно для груп, до яких угіддя відносилися до та після шкідливого впливу (таблиця 2.3);

$П$ – площа лісової ділянки, що зазнала шкідливого впливу;

k – коефіцієнт продуктивності лісів за типами лісорослинних умов (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 Коефіцієнти продуктивності лісових угідь за типами лісорослинних умов

Ступінь зволоження ґрунтів	Група лісів	Групи родючості ґрунтів			
		А	В	С	Д
1	1	0,496	0,734	0,971	1,21
	2	0,387	0,737	0,98	1,22
2	1	0,6	1	1,32 (1,92)	2,19 (3,61)
	2	0,559	1	1,35 (1,73)	2,22 (3,6)
3	1	0,548	0,867 (1)	1,53 (2,58)	3,13 (5,59)
	2	0,474	0,834 (1)	1,53 (2,28)	3,17 (5,59)
4	1	0,496	0,6	0,584	0,896
	2	0,387	0,558	0,592	0,906

Розрахунок збитків від забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря проводиться на основі показника базової ставки відшкодування збитків у частках неоподаткованого мінімуму доходів громадян (далі – НМД) з урахуванням відносної небезпечності забруднюючої речовини та інтенсивності її викиду або загальної маси викинутої речовини відповідно до Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів, затвердженої Мінекобезпеки, за формулою [16]:

$$B_{\phi} = \sum Z_{\text{НС...ПВ}}. \quad (2.12)$$

Збитки від наднормативного скидання забруднених стоків ($Z_{\text{НС}}$), викликаних антропогенним впливом, розраховуються за такою формулою [16]:

$$C_{\text{зм}} = V \times T \times (C_{\text{н.о}} \times \tilde{N}_{\text{а}}) \times \sum_{i=1}^i (0,003 \times \dot{A}_i \times n) \times h \times 10^{-3}, \quad (2.13)$$

де V – витрати зворотних вод, куб. метрів/годину;

T – тривалість наднормативного скидання, годин;

$C_{с.ф.}$ – середня фактична концентрація забруднюючих речовин у зворотних водах, грам/куб. метр;

C_d – дозволена для скидання концентрація забруднюючих речовин, визначена при затвердженні ГДС (ТУС), грам/куб. метр. У разі скидання речовин, не включених до переліку речовин допустимих для скидання, фактична концентрація яких перевищує ГДК для водного об'єкта, що приймає зворотні води, для розрахунку C_d береться таким, що дорівнює ГДК;

0,003 – базова ставка відшкодування збитків у частках неоподаткованого мінімуму доходів громадян, НМД/кілограм (розрахована як середня вартість знешкодження різних забруднюючих речовин у частках неоподаткованого мінімуму доходів за одиницю маси речовини);

A_i – показник відносної небезпечності речовин. Визначається як співвідношення $1/C_{гдк}$, де $C_{гдк}$ – гранично допустима концентрація цієї речовини згідно з Санітарними правилами і нормами N 4630-88 або узагальненим переліком ГДК шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм. У разі скидання речовин, для яких не встановлені рівні ГДК або орієнтовно-безпечні рівні впливу (ОБРВ), показник відносної небезпечності береться таким, що дорівнює 100, а при ГДК – «відсутність» – 100000. Для завислих речовин показник відносної небезпечності береться таким, що дорівнює 0,3, а для підприємств, які експлуатують комунальні системи каналізації, – 0,1;

n – величина неоподаткованого мінімуму доходів громадян у національній валюті;

h – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта; 10^{-3} – коефіцієнт, що враховує розмірність величин.

Збитки від аварійних залпових скидань забруднених стоків ($Z_{над}$) розраховуються за такою формулою [16]:

$$C_{i\ddot{a}\ddot{a}} = V \times T \times \tilde{N}_{\tilde{n}.\delta} \times \sum_{s=1}^l (0,003 \times \dot{A}_s \times n) \times h \times 10^{-3}, \quad (2.14)$$

де позначення аналогічні тим, що використані у формулі (2.13).

Значення коефіцієнтів, що враховують категорію водного об'єкта (h) наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Значення коефіцієнтів, що враховують категорію водного об'єкта

Категорія водного об'єкта	h
Морські та поверхневі водні об'єкти комунально-побутового водокористування	1
Поверхневі об'єкти господарсько-питного використання	1,4
Поверхневі та морські об'єкти рибогосподарського водокористування:	
II категорії	1,6
I категорії	2

Збитки від скидання сировини та речовин у чистому вигляді (Z_a) розраховуються за такою формулою [16]:

$$Z_a = M \times 0,003 \times A_i \times n \times h, \quad (2.15)$$

де M – маса скинутої забруднюючої сировини, кілограмів.

Інші показники аналогічні тим, що використані у формулі (2.13).

Розрахунок збитків від забруднення водного об'єкта сміттям (Z_c) проводиться за такою формулою [16]:

$$Z_c = (\dot{I} \times \hat{E}_o \times 0,17) \times \dot{A}_s \times \dot{O} \times 0,1, \quad (2.16)$$

де Z_c – збитки від забруднення вод сміттям;

K_x – коефіцієнт, що характеризує ступінь забруднення поверхні води сміттям (таблиця 2.6);

0,17 – вартість перевезення та утилізації сміття в НМД, одиниць;

A_i – показник небезпечності сміття. Визначається як співвідношення 1/ГДК найбільш небезпечної забруднюючої речовини, яка була виявлена в складі скинутого сміття;

T – термін роботи спецсуден (судна) під час збирання сміття, годин;

0,1 – вартість 1 години роботи спецсудна в НМД, одиниць;

M – маса сміття (в центнерах), зібраного судном-сміттєзбірником, визначена як добуток множення забрудненої площі S на середню масу W_{cp} сміття з 1 кв. метра

(зібраного в трьох різних місцях забрудненої акваторії на однаковій відстані від її центру - W_1, W_2, W_3), розраховується за такою формулою [16]:

$$M = S \times W_{cp}, \quad (2.17)$$

де $W_{cp} = (W_1 + W_2 + W_3) / 3$,

S – площа водної поверхні, забрудненої сміттям, кв. метрів.

Загальна сума збитків у разі забруднення водного об'єкта кількома забруднюючими речовинами розраховується шляхом додавання до найбільшої з усіх розрахованих величин суми збитків для інших забруднюючих речовин, помноженої на коефіцієнт 0,15.

Розраховану суму збитків необхідно помножити на коефіцієнт 10 у разі залпового скидання, що призвело до забруднення водного об'єкта в контрольному створі 50 і більше ГДК.

Таблиця 2.6 Значення коефіцієнтів K_x , що характеризують ступінь забруднення поверхні води сміттям

K_x	Дані для експертизи
1	Чиста водна поверхня на відкритій акваторії площею 100 кв. метрів, є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею не більш як 0,01 м ²
2	На площі 100 м ² відкритої акваторії є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею не більш як 1 м ² , окремі предмети з розмірами у будь-якому напрямку не більш як 25 сантиметрів
3	На площі 100 м ² відкритої акваторії є окремі невеликі плями дрібного сміття загальною площею не більш як 2 м ² , окремі предмети з розмірами у будь-якому напрямку не більш як 60 сантиметрів
4	На площі 100 м ² відкритої акваторії є плями сміття загальною площею до 5 м ² , окремі предмети розміром до 1 метра, скупчення сміття в тупиках, у навітряній стороні причалу при розширенні забрудненої смуги до 0,5 метра

Таблиця 2.6 (продовження)

5	На площі 100 м ² відкритої акваторії є скупчення сміття загальною площею до 10 кв. метрів, окремі предмети розміром до 1,5 метра, скупчення сміття в кутах, тупиках і у навітряній стороні причалу при розширенні забрудненої смуги до 1 метра
6	На площі 100 м ² відкритої акваторії є скупчення сміття загальною площею понад 10 кв. метрів, великі предмети розміром понад 1,5 метра, скупчення сміття в кутах, у навітряній стороні причалу при розширенні забрудненої смуги понад 1 метр

Збитки від забруднення підземних вод розраховуються на базі питомого показника збитків у частках НМД з урахуванням відносної екологічної небезпечності забруднюючої речовини та природної захищеності підземних вод. Фактом забруднення підземних вод є виявлення експертним шляхом за допомогою хіміко-аналітичних методів нафти чи інших забруднюючих речовин у пробах підземних вод та в місцях їх виходів на поверхню землі.

Експертний висновок про забруднення підземних вод можна зробити при виявленні забруднення на поверхні землі, а також при виявленні втрат нафтопродуктів чи інших забруднюючих речовин з місткостей для зберігання чи акумуляції, з продуктопроводів, інших об'єктів.

Обсяг збитків внаслідок забруднення підземних вод нафтопродуктами визначається в розрахунку на 1 м³ забруднених вод за такою формулою [16]:

$$З_{п.в} = Y_n \times n \times V_z \times L, \quad (2.18)$$

де $Z_{п.в}$ – обсяг збитків від забруднення підземних вод, гривень;

Y_n – питома величина збитків, завданих навколишньому природному середовищу, в НМД;

n – розмір НМД;

V_z – об'єм забруднених підземних вод, куб. метрів;

L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод: для ґрунтових – 1, для міжпластових безнапірних – 1,3, для міжпластових напірних (артезіанських) – 1,6.

Об'єм V_3 забрудненої частини водоносного горизонту (комплексу) розраховується за такою формулою [16]:

$$V_3 = F \times m \times n_a, \quad (2.19)$$

де F – площа забруднення, кв. метрів;

m – середня потужність забрудненої частини водоносного горизонту, метрів;

n_a – активна пористість водонасиченої товщі, частки одиниці (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 Орієнтовні значення активної пористості водонасичених порід

Назва породи	Активна пористість
Гравелисто-галечні відклади	0,28-0,3
Крупнозернисті піски	0,24-0,26
Різнозернисті піски	0,20-0,24
Дрібнозернисті піски	0,18-0,22
Тонкозернисті піски	0,15-0,19
Пилуваті та глинисті піски	0,05-0,15
Супіски	0,08-0,1
Суглинки	0,05-0,08
Тріщинуваті породи (крейда, вапняк, пісковик)	0,04-0,07

У разі коли обчислюються збитки в розрахунку на 1 тону, застосовується така формула [16]:

$$З_{п.в} = V_3 \times n \times M \times L, \quad (2.19)$$

де V_3 – об'єм забруднених підземних вод, куб. метрів;

n – розмір НМД;

M – маса скинутої забруднюючої сировини, кілограмів;

L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод: для ґрунтових – 1, для міжпластових безнапірних – 1,3, для міжпластових напірних (артезіанських) – 1,6.

Висновки до розділу 2

1. Запропоновано розрахункові моделі оцінки ризиків аварій на нафто-газопроводах.
2. Наведено економічну оцінку ризику в результаті аварій на нафто-газопроводах
3. Удосконалено спосіб оцінки ризиків за рахунок додавання оцінки збитків, що дає провести більш детальний аналіз ситуації після аварії.

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГІС-АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ГАЗО- НАФТОПРОВОДАХ

В розділі проводиться аналіз обраних програмних систем і компонентів для розробки системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

3.1. Вибір засобів реалізації системи

При створенні програмного продукту для прогнозування ризиків сталого розвитку України були обрані наступні засоби реалізації. (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 — Засоби реалізації системи

До них входять:

- середовище розробки JetBrains PyCharm;
- мову програмування JavaScript та Python;
- фреймворк Flask;
- шаблонізатор Jinja2;
- мови розмітки HTML+CSS для розробки графічного інтерфейсу користувача;
- бібліотеку Scipy

Інтегрованим середовищем розробки (англ. Integrated development environment або англ. IDE) рішення для розробки програмного забезпечення було обрано **JetBrains PyCharm** [18].

PyCharm - одна з найбільших інтелектуальних продуктів розробки Python на ринку сьогодні. Вона має безліч спеціально відібраних інструментів, налаштованих та протестованих для роботи між собою: розширений редактор, отриманий від платформи IntelliJ, відладчик з можливістю збирати статистику типів виконання, багато унікальних кодів інспекцій, які працюють на льоту та багато іншого. Будь-який користувач PyCharm може отримати користь від його використання для їх розробки.

Кінцевою метою будь-якої розробки інструментів є не тільки пришвидшення вашого розвитку, але ще важливіше, щоб ваш код контролювався в стабільному стані. Це застосовується для будь-якого проекту, але це найголовніше, коли у вас є команда або просто якийсь великий проект, який повинен бути збережений. Або коли у вас є стандарти кодування, щоб дотримуватися. Або коли ви просто хочете отримати уніфікований і стандартизований код у вигляді виходу, який ви хочете поділитися з іншими.

Ключовою перевагою, яку ви отримуєте від PyCharm, є можливість писати чистий, професійний та обслуговувальний код з ранніх етапів розробки. Він активно контролює стан коду під час введення, перевіряючи його на численні огляди правил порушення кодове стиль і складних пасток, які не є очевидними, але потенційно можуть порушити вашу заявку. Як результат, ви можете запобігти можливим

проблемам, ніж вирішити їх пізніше. Ви починаєте формувати практику розробки, в якій ви отримуєте миттєві відгуки прямо під час кодування. Це заощаджує час виправлення помилок і, у кінцевому підсумку, дозволяє вашою команді швидше розробляти узгоджене програмне забезпечення.

Основні методи, що реалізують алгоритм прогнозування ризиків, написані мовою **Python** — високорівнева мова програмування загального призначення, орієнтована на підвищення продуктивності розробника і читабельність коду. Вибір зумовлений тим, що мова Python включає в себе безліч бібліотек та фреймворків різного призначення, використання яких спрощує процес розробки програмних систем. Важливо відмітити, що Python-код включається в HTML-код сторінки та виконується інтерпретатором, вбудованим в браузер [19].

Додаткові методи, були написані мовою **JavaScript** – динамічною, об'єктно-орієнтованою мовою програмування. Вибір зумовлений тим, що мова JavaScript включає в себе безліч бібліотек та фреймворків різного призначення, використання яких спрощує процес розробки програмних систем. Важливо відмітити, що JavaScript-код включається в HTML-код сторінки та виконується інтерпретатором, вбудованим в браузер [20]. Мова програмування JavaScript дозволяє вносити в web-сторінки інтерактивність, забезпечує взаємодію з користувачем, підтримує заповнення форм введення та переміщення по web-документа. Деякі потужні типи систем інтерактивної взаємодії вдається реалізувати за рахунок комбінації можливостей JavaScript з іншими властивостями web-сторінок, наприклад, роботи з фреймами та вмонтованими додатками. JavaScript стала новим відкритим стандартом мови сценаріїв Internet, яка підтримується багатьма компаніями.

Технологія мови JavaScript дуже проста та зручна. Вона має низку властивостей об'єктно-орієнтованої мови, але завдяки концепції прототипів підтримка об'єктів в ній відрізняється від традиційних мов ООП. Крім цього, JavaScript має ряд властивостей, притаманних функціональним мовам, – функції як об'єкти першого класу, об'єкти як списки, анонімні функції, замикання (closures) – що додає мові додаткову гнучкість [20].

Оскільки JavaScript є інтерпретатором, без строгої типізації, і може виконуватися в різних середовищах, кожне зі своїми власними особливостями сумісності, програміст має бути дуже уважним, і повинен перевіряти, що його код виконується як очікується в широкому переліку можливих конфігурацій. Дуже часто трапляються випадки, коли скрипт, що чудово працює в одному середовищі, видає некоректні результати в іншому. Саме тому додатково використовувався **ES6** – стандарт мови програмування, затверджений міжнародною організацією ECMA згідно зі специфікацією ECMA-262. Це нова специфікація JavaScript, яка має безліч нових можливостей. Вона робить JavaScript могутніше і виразніше.

Flask – це Python фреймворк, котрий базується на Werkzeug, Jinja2 та натхненна структурою Sinatra Ruby, доступною за ліцензією BSD. Він був розроблений на росоо Armin Ronacher. Хоча Flask є досить молодим порівняно з більшістю платформ Python, він багатообіцяючий і вже завоював популярність серед веб-розробників Python.

Flask був спроектований таким чином, що його легко використовувати та розширити. Ідея Flask полягає у створенні міцної основи для веб-додатків різної складності. Відтепер ви можете підключати будь-які розширення, які ви вважаєте за потрібне. Також ви можете створювати власні модулі. Flask чудово підходить для всіх видів проектів. Це особливо добре для прототипів. Flask залежить від двох зовнішніх бібліотек: шаблонізатора Jinja2 та інструментарію Werkzeug WSGI [21].

Основні переваги фреймворка Flask:

- вбудований сервер розробників і швидкий налагоджувач
- інтегрована підтримка Unit тесту
- RESTful диспетчеризація запиту
- Шаблонізатор Jinja2
- підтримка захищених файлів cookie (клієнтські сеанси)
- WSGI 1.0 сумісний
- На основі Unicode

Flask надає вам набагато більше КЕРУВАННЯ на етапі розробки вашого проекту. Це впливає з принципів мінімалізму, і ви вирішите, як будувати свій

додаток.

- Flask має легкий і модульний дизайн, тому його легко перетворити на веб-контекст, який вам потрібний, з кількома розширеннями, не зважаючи його ORM-agnostic: ви можете підключити свій улюблений ORM, наприклад, SQLAlchemy. Основний API-фундамент має гарну форму та послідовність.
- Документація для Flask - всебічна, повна прикладів та добре структурована. Ви навіть можете спробувати деякі зразки програми, щоб дійсно отримати відчуття Flask.
- У виробництві надзвичайно легко розгорнути Flask (Flask сумісний зі стандартом WSGI 1.0) "
- Функція обробки запиту HTTP
- Висока гнучкість
- Конфігурація є навіть більш гнучкою, ніж у Django, що дає вам велику кількість рішень для кожної виробничої потреби.

Підсумовуючи, Flask є однією з найбільш полірованих і багатофункціональних фреймворків. Ще молодий, Flask має процвітаючу спільноту, першокласні розширення та елегантний API. Flask поставляється з усіма перевагами швидких шаблонів, потужними функціями WSGI, повноцінним тестуванням підрозділів у веб-додатку та на рівні бібліотеки, великою документацією.

Для відображення результату роботи методу, що реалізує алгоритм нанесення текстур було створено Web-сторінку, написану на **HTML** (англ. HyperText Markup Language – мова розмітки гіпертекстових документів) – стандартна мова розмітки веб-сторінок в Інтернеті [22].

Мова розмітки HTML впроваджує засоби для:

- створення структурованого документа шляхом позначення структурного складу тексту: заголовки, абзаци, списки, таблиці, цитати та інше [23];
- отримання інформації з інтернету через гіперпосилання;
- створення інтерактивних форм;
- включення зображень, звуку, відео, та інших об'єктів до тексту.

Розмітка в HTML складається з чотирьох основних компонентів: елементів (та

їхніх атрибутів), базових типів даних, символьних мнемонік та декларації типу документа.

Разом із каскадними таблицями стилів та вбудованими скриптами, HTML являється одною з основних технологій для побудови веб-сторінок. Каскадні таблиці стилів (англ. **Cascading Style Sheets**, або скорочено **CSS**) — спеціальна мова, що використовується для опису сторінок, написаних мовами розмітки даних.

Найчастіше CSS використовують для візуальної презентації сторінок, написаних HTML та XHTML, але формат CSS може застосовуватися до інших видів XML-документів. Специфікації CSS були створені та розвиваються Консорціумом Всесвітньої мережі.

Основними перевагами мови CSS є [23]:

- інформація про стиль для усього сайту або його частин може міститися в одному .css-файлі, що дозволяє швидко робити зміни в дизайні та презентації сторінок;
- різна інформація про стилі для різних типів користувачів: наприклад великий розмір шрифту для користувачів з послабленим зором, стилі для виводу сторінки на принтер, стиль для мобільних пристроїв;
- сторінки зменшуються в об'ємі та стають більш структурованими, оскільки інформація про стилі відділена від тексту та має певні правила застосування і сторінка побудована з урахуванням їх;
- прискорення завантаження сторінок і зменшення обсягів інформації, що передається, навантаження на сервер та канал передачі. Ця перевага досягається за рахунок того, що сучасні браузері здатні кешувати (запам'ятовувати) інформацію про стилі і використовувати для всіх сторінок, а не завантажувати для кожної.

SciPy – безкоштовна і відкрита бібліотека Python, що використовується для наукових та технічних обчислень [24].

SciPy містить модулі для оптимізації, лінійної алгебри, інтеграції, інтерполяції, спеціальних функцій, БПФ, обробки сигналів та зображень, розв'язувачів ODE та інших завдань, що є загальними для науки та техніки.

SciPy будує на об'єкті масивів NumPy і є частиною стовбура NumPy, що включає в себе такі інструменти, як Matplotlib, pandas та SymPy, а також розширюється набір наукових обчислювальних бібліотек. Цей стек NumPy має подібних користувачів для інших програм, таких як MATLAB, GNU Octave та Scilab. Стек NumPy іноді називають стек SciPy.

SciPy також є родиною конференцій для користувачів і розробників цих інструментів: SciPy (у США), EuroSciPy (у Європі) та SciPy.in (в Індії). Enthought започаткувала конференцію SciPy у Сполучених Штатах та продовжує спонсорувати багато міжнародних конференцій, а також розміщує веб-сайт SciPy.

Бібліотека SciPy в даний час поширюється за ліцензією BSD, і її розробка фінансується та підтримується відкритою спільнотою розробників. Він також підтримується компанією Numfocus, яка є спільним фундаментом для підтримки відтворюваної та доступної науки [25].

3.2. Опис програмної реалізації системи

Проектування архітектури ПЗ – це процес розроблення, що виконується після етапу аналізу і формулювання вимог. Задача такого проектування — перетворення вимог до системи у вимоги до ПЗ і побудова на їхній основі архітектури системи [32]. Побудова архітектури системи здійснюється шляхом визначення цілей системи, її вхідних і вихідних даних, декомпозиції системи на підсистеми, компоненти або модулі та розроблення її загальної структури. Проектування архітектури системи може проводитися різними методами (стандартизованим, об'єктно-орієнтованим, компонентним і ін.), кожний з яких пропонує свій шлях побудови архітектури, а саме, визначення концептуальної, об'єктної й інших моделей за допомогою відповідних конструктивних елементів (блок-схем, графів, структурних діаграм тощо).

Проектування системи може здійснюватися на основі об'єкто-орієнтованого моделювання використовуючи UML, який використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи [33-34].

Визначимо макет програмної реалізації системи (рисунк 3.2):



Рисунок 3.2 — Макет програмної реалізації

Найпоширенішим використанням макетів у розробці програмного забезпечення є створення користувацьких інтерфейсів, які показують кінцевому користувачеві, яким буде програмне забезпечення, без створення програмного забезпечення або основних функціональних можливостей. Макети програмного інтерфейсу користувача можуть варіюватися від дуже простих ручних макетів екрану, за допомогою реалістичних растрових зображень, до напівфункціональних користувацьких інтерфейсів, розроблених в інструменті розробки програмного забезпечення.

Згідно визначеного макету користувацького інтерфейсу, основна частина сторінки буде динамічно змінюватись в залежності від вибраних вкладок:

- **Main:** дозволяє вибрати тип побудованого трубопроводу, нанести на карту область ураження в результаті аварії, вибрати необхідні нам розрахункові моделі, ввести дані та вивести на карту результати прорахунків;

- **Редактор:** містить в собі редактор в якому є можливість нанести на карту додаткові позначення та зони, щоб в подальшому взаємодіяти з ними в головній вкладці;

– **Відображення:** головна сторінка, на котрій можна вибрати тип трубопроводу, який буде відображатись на карті, після цього появляється меню з вибором показників, що ми хочемо прорахувати, далі випадає меню з введенням цих даних.

Для визначеного макету побудуємо концептуальну схему – системисемантична мережу з взаємопов'язаних за певними правилами понять (а не одиничне поняття) і концепцій.

Об'єкти (процеси, явища) пізнавані людиною остільки, оскільки людина має справу з цими об'єктами, намагаючись вирішити якісь завдання або проблеми.

Іншими словами, ступінь глибини і предмет пізнання прямо залежать від того, як людина збирається використовувати об'єкт, що вивчається в своїй практичній діяльності.

Отже, крім власне об'єкта є суб'єкт і стоїть перед ним практично значуще завдання. Саме вона формує точку зору людини на об'єкт..

При відтворенні цієї точки зору в явному вигляді вибудовується концептуальна схема - система взаємопов'язаних понять, необхідна і достатня для опису необхідного аспекту об'єкта.

Побудуємо концептуальну схему для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах (рисунок 3.3):

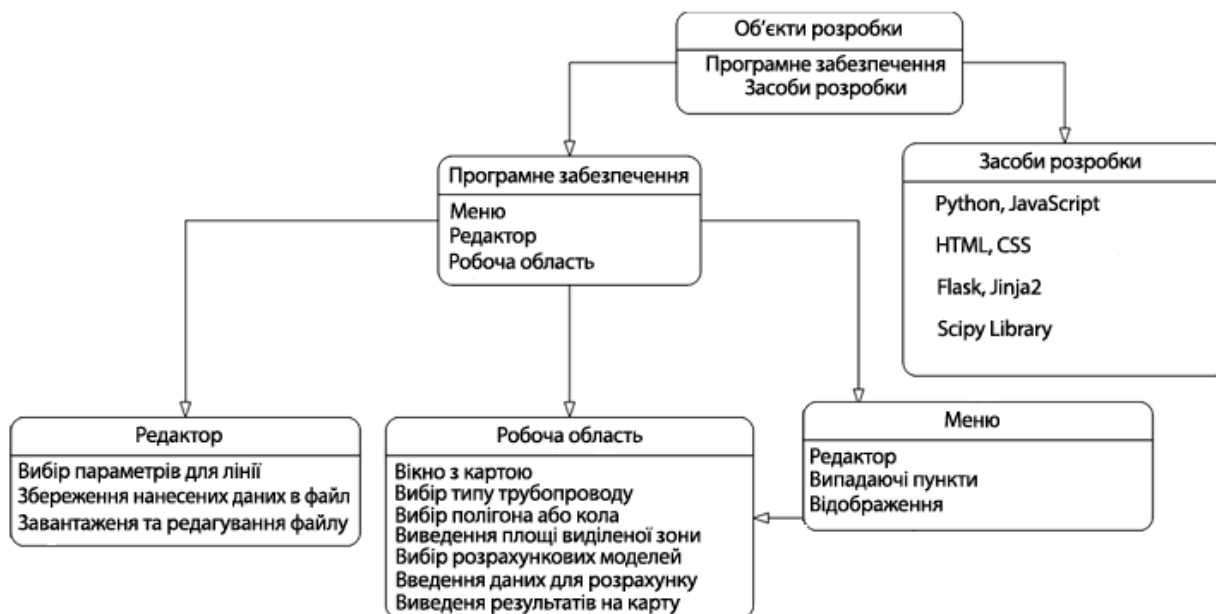


Рисунок 3.3 — Концептуальну схему для системи ГІС-аналізу екологічних ризиків

Згідно макету програмної реалізації, користувач буде мати змогу побудувати свій трубопровід, якщо в нього є така потреба, розрахувати ризики та збитки в результаті аварій. Можливість розрахунку збитків забезпечується шляхом використання сучасних бібліотек таких як SciPy.

Розглянемо взаємодію клієнта з сервером.

Вона не є незвичайною і відбувається за стандартною схемою відіслання запиту та отримання відповіді на запит, єдине що відрізняє її це використання JQuery, котрий дає змогу отримувати відповідь з сервера без перезавантаження сторінки, що дуже покращує досвід користувача в роботі з програмою (рисунок 3.4):

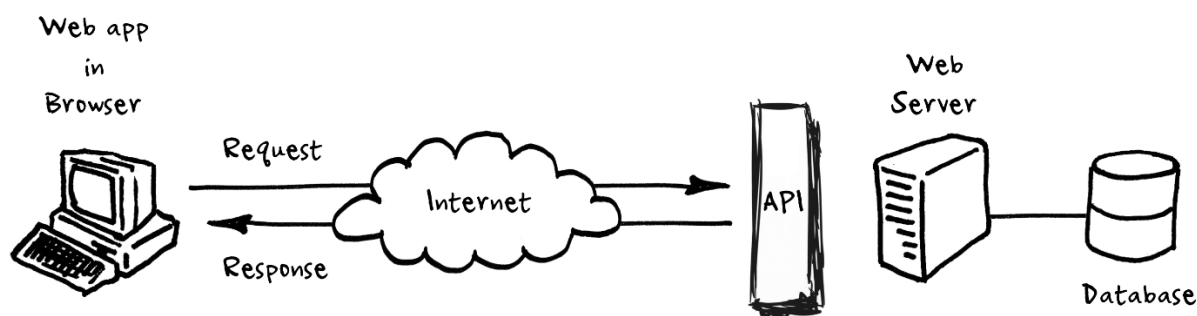


Рисунок 3.4 — Сервер-клієнт взаємодія в програмному додатку

Висновки до розділу 3

1. Проаналізовано та обрано засоби реалізації для створенні програмного забезпечення.
2. Розроблено діаграму послідовності, яка представляє зв'язок користувача з функціоналом програмної системи.
3. Побудовано діаграму основних класів системи, яка дозволяє детальніше описати архітектуру програмного комплексу.
4. Розроблено систему ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.

4. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ

Розроблений програмний продукт призначений для використання користувачами різних напрямків. Завдяки використаним технологіям програмний продукт може використовуватися як на комп'ютерах, так і на мобільних пристроях користувачів. Для перегляду результатів програмної реалізації необхідний лише пристрій (комп'ютер чи смартфон) з вбудованим браузером, який підтримує движок JavaScript engine.

4.1. Розрахунок екологічних ризиків в результаті аварій

При завантаженні веб-сторінки одразу завантажується карта України на котрій немає ніяких додаткових позначень, але в меню ви можете вибрати тип трубопроводу (рисунок 4.1) і користувач має змогу почати працювати з застосунком.

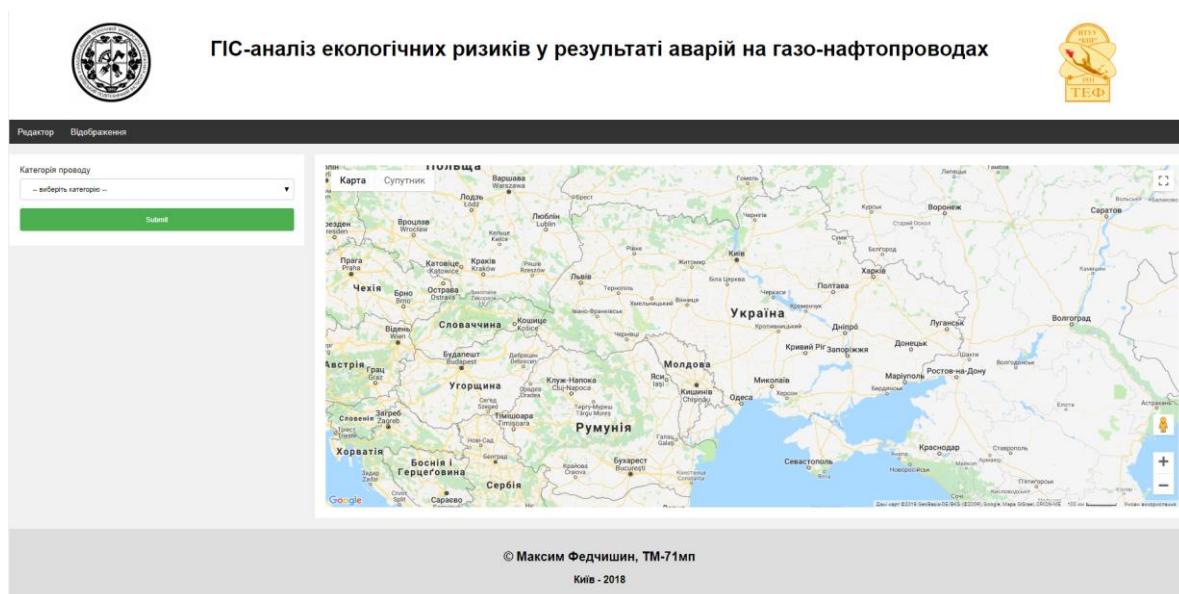


Рисунок 4.1 — Інтерфейс головного вікна веб-додатку

Згідно макету програмної реалізації, користувач повинен мати можливість переходу між двома основними вкладками, що містять функціональність для додавання об'єктів на карту, а також прорахунку екологічних ризиків в результаті аварій та обрахунку збитків внаслідок аварій.

Після вибору категорії ми можемо почати роботу з розрахунком. Для цього ми вибираємо коло або полігон і малюємо форму. Після цього стає доступне меню з розрахунками. Після введення потрібних нам значень над формою на карті з'являється повідомлення з проведеними розрахунками (рисунок 4.2).

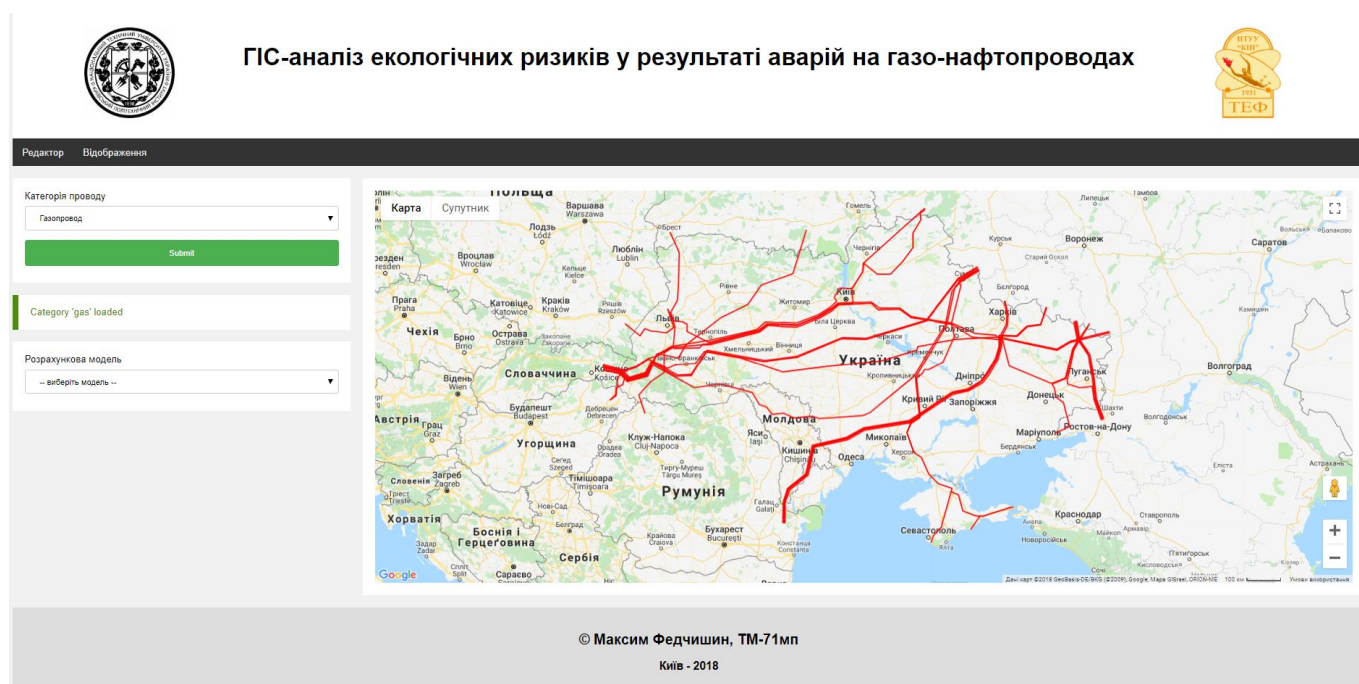


Рисунок 4.2 — Завантажена карта з вибором розрахункової моделі

Далі нам потрібно вибрати саму модель, після цього випадає меню з вводом даних, та розміщенням об'єкта на карті. Доступними для нанесення на карту в режимі відображення являються такі об'єкти як коло та полігон. Кожен з цих об'єктів при нанесенні на карті в відповідному полі заповнює його площу, для подальшого використання цього параметру в формулах.

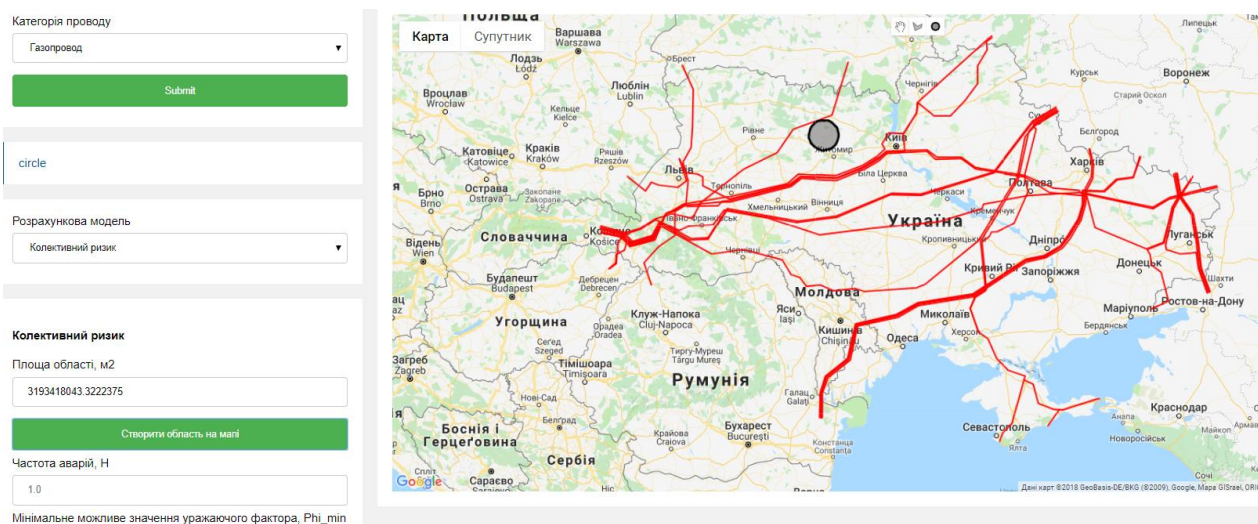


Рисунок 4.3 – Коло нанесене на карту з прорахованою площею

Далі вводимо значення для розрахунку формули, тиснемо на клавішу розрахувати і над нашою областю з'являється відмітка з результатами прорахунків.

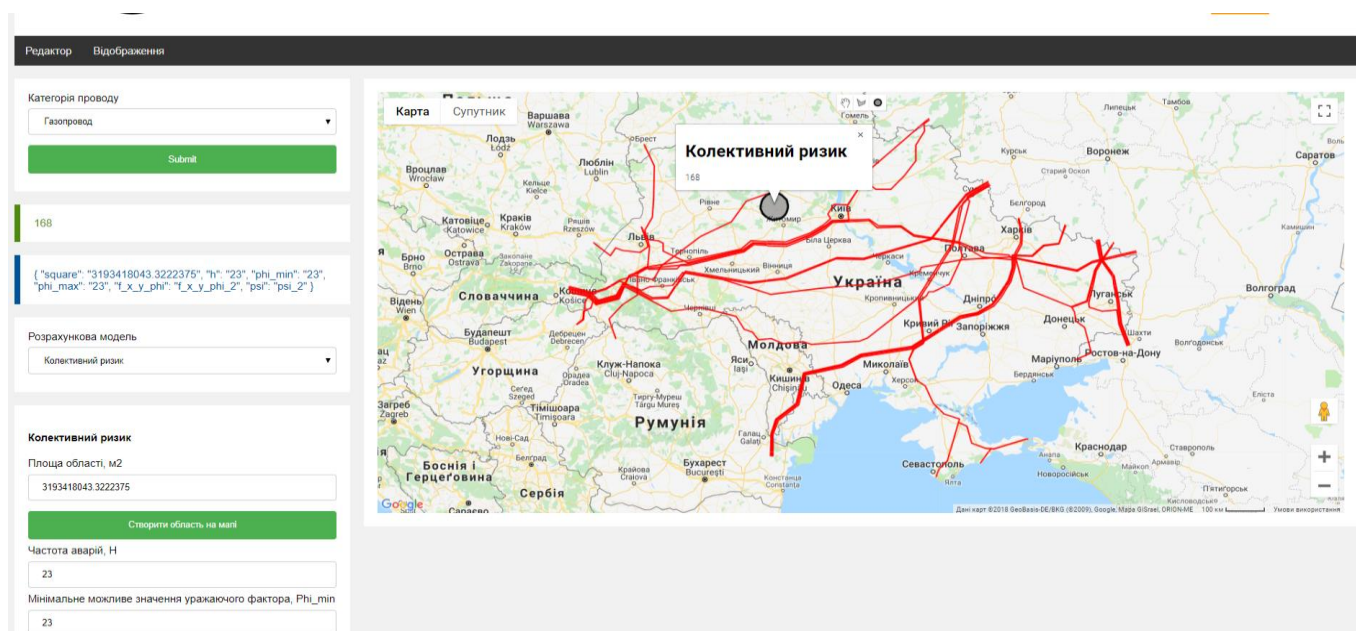


Рисунок 4.4 — Прорахований ризик і виведення результатів над зоною ураження

В розробленій програмній системі існує можливість відлову помилок користувача з системою, таких як

- введення від'ємної числа для частоти аварій;
- невведення даних в необхідні колонки, тощо.

При цьому користувач побачить повідомлення з помилкою на екрані, після чого зможе продовжити роботу з системою (рисунок 4.5):

The image shows a web application interface on the left and a map on the right. The interface has several input fields and a submit button. A red error message is displayed below the submit button.

Категорія проводу

Invalid data!

Розрахункова модель

Колективний ризик
 Площа області, м2

Частота аварій, Н

Мінімальне можливе значення уражаючого фактора, Φ_{\min}

Мінімальне можливе значення уражаючого фактора, Φ_{\max}

The map on the right shows Eastern Europe, including Poland, Ukraine, Romania, and parts of Belarus, Russia, and Bulgaria. Red lines are drawn across the map, representing gas pipelines. Major cities like Warsaw, Lviv, Kyiv, Bucharest, and Odessa are labeled.

Рисунок 4.5 — Повідомлення про помилку користувача

4.2. Редактор для карти Google Maps

Для вирішення прикладної задачі, якою являється нанесення на карту трубопроводів, в програмному продукті було реалізовано редактор, котрий включає в себе декілька корисних функцій.

Як зображено на рисунку 4.6, користувач може почати малювати об'єкти на карті, як тільки переходить в редактор.

На відміну від попередньої вкладки, вигляд карти тут значно більший для комфортного користування ресурсами редактора. Також встановлена максимальна дальність зуму, оскільки працюємо ми тільки з Україною на даний момент.

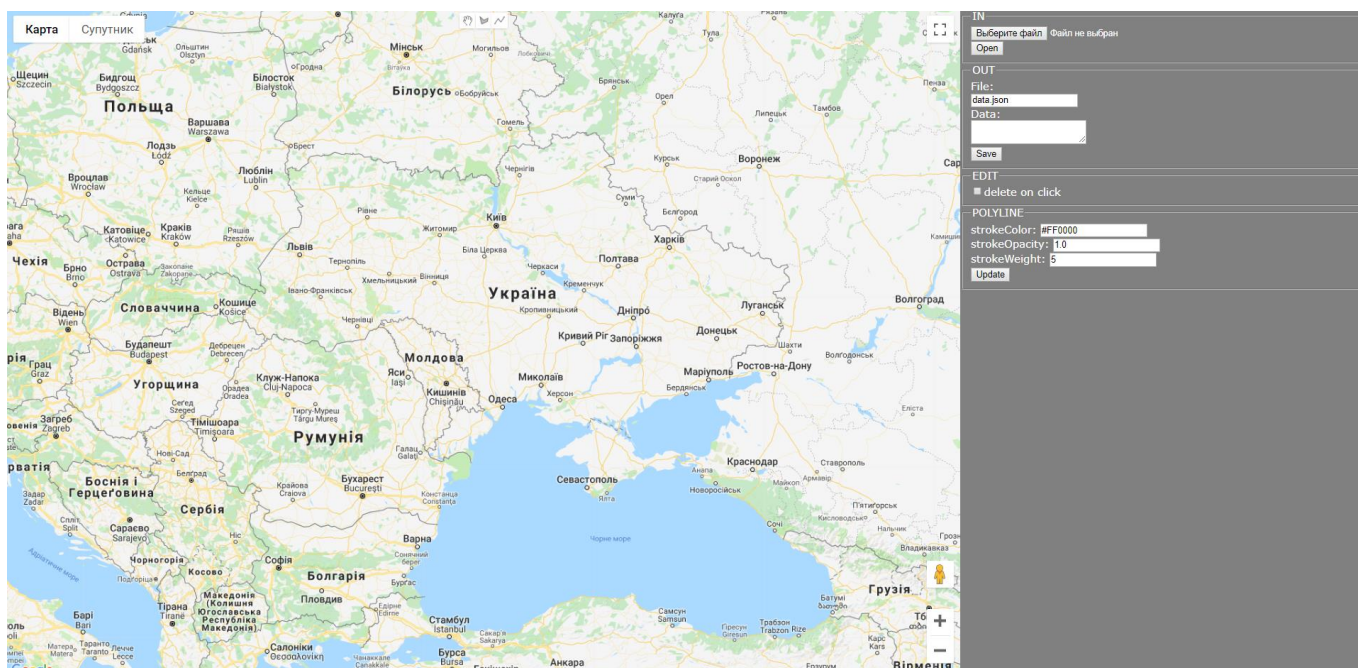


Рисунок 4.6 — Інтерфейс користувача для вкладки Редактор

Програмною системою встановлення кольору, прозорості та товщини ліній та полігонів, також існує функція delete on click при виборі якої ми можемо видалити полігон або лінію котру ми зобразили на карті (рисунок 4.7):

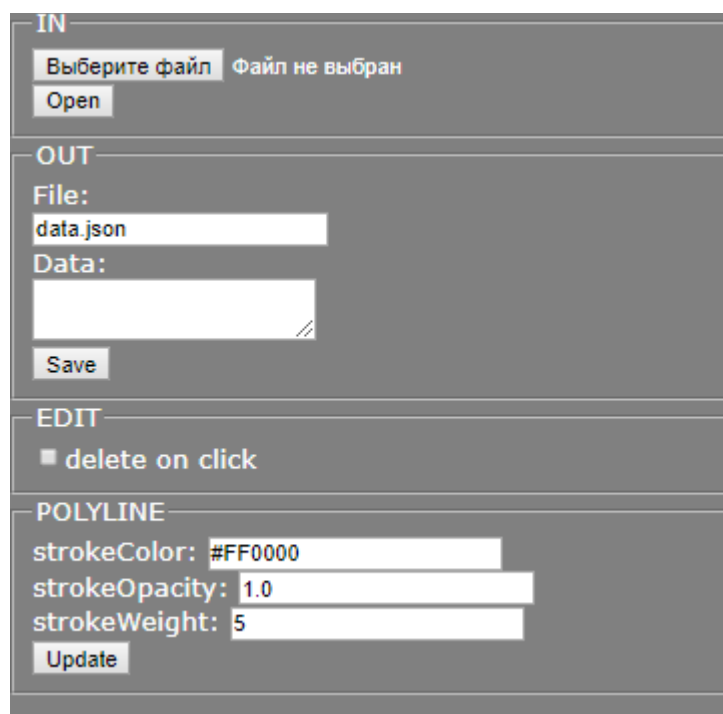


Рисунок 4.7 — Змінення параметрів форм в редакторі

Лінії та полігони, що ви накреслили формують json файл, котрий можна зберегти, а також завантажити після того, з можливістю його редагувати або доповнювати за допомогою ліній та полігонів.

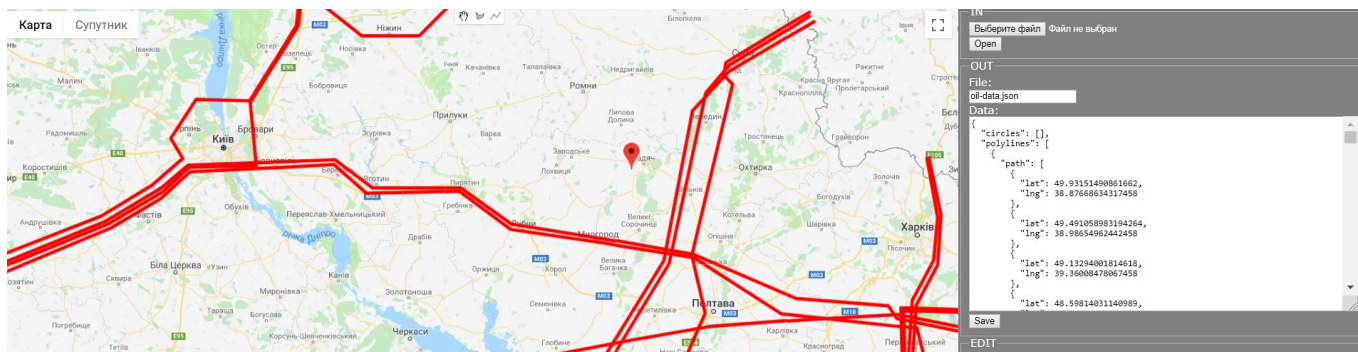


Рисунок 4.8 — Редагування, зберігання та завантаження json файла в редактор

Висновки до розділу 4

1. Розроблено програмний продукт для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах, спроектований у попередньому розділі. Наведено приклади взаємодії користувача з програмною системою.
2. Розроблений інтерфейс дозволяє розраховувати:
 - індивідуальний та колективний ризики;
 - комплексні ризики;
 - збитки для водних, лісових та сільськогосподарських угідь.
3. Програмний продукт дозволяє накреслити власну векторну схему трубопроводу, задаючи колір, товщину та прозорість ліній, а також зберігаючи файл в форматі json з подальшим його відкриттям та редагуванням при необхідності.

5. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Ідея проекту полягає у створенні системи ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах. Така система допоможе при прорахунку збитків нанесених аваріями, а також в порівняльному аналізі ризиків кількох аварій, крім цього вона допоможе в навчальному процесі, оскільки може слугувати тренажером для прорахунку ризиків та збитків. Автоматизована система дасть можливість працівникам міністерства надзвичайних ситуацій прораховувати збитки від аварій в будь-якій точці України і на будь-якій місцевості, а також прораховувати екологічний ризик в наслідок подібної аварії в майбутньому.

5.1. Опис ідеї стартап-проекту

Проаналізуємо зміст ідеї, її можливі напрямки застосування, відмінність запропонована ідея від існуючих аналогів, а також основні переваги, які може отримати користувач системи [35]. Результати аналізу представлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення системи ГІС-аналізу екологічних ризиків у результаті аварій на газо-нафтопроводах	1. Прорахунок збитків та екологічних ризиків	Можливість прорахунку екологічних ризиків та збитків з відображенням результатів на карті
	2. Навчання та порівняльний аналіз	Можливість намалювати свою схему на карті та взаємодіяти з нею по заданим формулам в рідері

На ринку існують аналоги подібних GIS систем, але більшість з них розроблені для більш масштабних задач, таких як моделювання власної карти, робота з масою різноманітних баз даних, а не для вирішення відповідної конкретної задачі, мають дуже широку спеціалізацію і є важкими для освоєння. Ці аналоги, в більшості, є дорогими та англомовними.

Доцільно провести аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно з пропозиціями конкурентів. Результат аналізу у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Визначення характеристик ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів			Слабкі (W), нейтральні (N) та сильні (S) сторони		
Назва продукту	Розроблена система	ArcGIS	Quantum GIS	W	N	S
Операційна система та версії	Кросс-платформенна	Платформи Windows, MacOS	Платформи Windows			✓
Системні вимоги	Мінімальні	Від 2 Гб ОЗУ	Від 1 ГБ ОЗУ			✓
Мови програмування	JavaScript, Python	C++	C++, Python		✓	
Необхідність встановлення додаткового ПЗ	наявність АПК	наявність АПК	наявність АПК		✓	
Ціна	безкоштовний	\$1,400.00	\$1,250.00			✓

Автоматизована система вже розроблена та представлена у вигляді веб-сайту. Розроблена система є кроссплатформенною, потребує мінімальних системних вимог, а також потребує підключення до Інтернету.

Перевагами даної розробки є те, що подібні програмні застосунки в світі створені для більш масштабних проектів (створення моделювання карти будь-якої складності для вирішення прикладних геологічних проблем, тощо), а ціни на такі програмні системи є завищеними для користувачів. На вітчизняному ринку аналогів створеній системі взагалі не виявлено.

5.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Для проведення технічного аудиту ідеї проекту, потрібно провести аудит технології [35], за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту, визначити чи доступні ці технології, та чи потребують вони допрацювання. Результат представлений у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Створення системи моделювання кривих та поверхонь на основі РН-кривих	Середовище розробки JetBrains PyCharm	✓	Доступно (безкоштовна базова версія)
	Фреймворк Flask	✓	Доступно (безкоштовне)

Таблиця 5.3 (продовження)

	Бібліотека Scipy	✓	Доступно (безкоштовне)
--	------------------	---	---------------------------

Обрані технології для реалізації ідеї проекту: JetBrains PyCharm 2017 – середовище розробки файлів-застосунків, фреймворк Flask та використання бібліотеки Scipy для математичних розрахунків.

Обрані технології є доступними, не потребують допрацювань, а також безкоштовні та надають усі необхідні можливості для реалізації поставленої задачі.

5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів [35]. Проведемо аналіз попиту (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку	Характеристика
Загальна потреба в продукції	Необхідна
Можливі річні обсяги випуску в натуральних показниках	До 1000 копій
Річні обсяги випуску в вартісних показниках	15000 – 30000\$
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Наявність обмежень для входу	Бажання розробників працювати лише над власним ПЗ, задля підтримки монополії у сфері

Таблиця 5.4 (продовження)

Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Для ПЗ відсутні. Для коректної роботи - використання стандартів ISO 9126 та ISO 25010
Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку)	81%

За попередньою оцінкою існуючий ринок здається достатньо привабливим для входження. При проведенні збору статистичних даних, що свідчать про підвищення попиту на подібні розробки, через збільшення інтересу до комп'ютерної графіки як з боку технічних спеціалістів, так і з боку звичайних користувачів.

Враховуючи великий попит у розробці подібних програмних комплексів, для покращення процесів розробки програмних продуктів та полегшення роботи розробникам, доцільно і має сенс розробка даної автоматизованої системи.

Надалі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Особливості поведінки споживачів	Вимоги споживачів до товару
Побудова схем трубопроводів, розрахунок екологічних ризиків та збитків	Спеціаліст з міністерства надзвичайних ситуацій	Розробники займаються написанням програм, які не завжди відповідають заявленим вимогам, не завжди достатньо оптимізовані, що впливає на	<ul style="list-style-type: none"> – доступна ціна; – зручність і простота використання; – мобільність

Таблиця 5.5 (продовження)

		подальше життя створених програмних продуктів – виникають проблеми, недоліки та конфлікти.	
	Викладачі, студенти	Основною метою створити програмний комплекс та випустити його на ринок та якомога вигідніше продати (більше копій, вища ціна).	- зручність і простота використання

Після визначення потенційних груп клієнтів необхідно провести аналіз ринкового середовища: скласти таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають.

Результати представлені у таблицях 5.6 та 5.7 відповідно.

Таблиця 5.6. Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Поява конкурентів	Можлива поява конкурентів, які спроможуться створити більш якісний чи дешевший продукт.	Постійна розробка удосконалень, розширення асортименту (додавання нових можливостей, нового функціоналу та/або додання можливостей введення нових параметрів)

Таблиця 5.6 (продовження)

Зміни тенденцій ринку	Поява більш досконалої програмної системи від конкурентів, які значно довше на ринку.	Практично неможлива ситуація (на найближчі декілька років). Можливе вирішення - розробка нових сучасних необхідних удосконалень, тобто додання або заміна старого функціоналу на можливості розрахунку нових параметрів
Економічний спад	Відсутність попиту на програмний продукт через економічну складову	Зменшення ціни; зміна цільової аудиторії.
Зниження репутації компанії	Можлива ситуація, коли конкуренти спроможуться на більший попит	Проведення рекламних та промо-акцій для програмного продукту

Таблиця 5.7. Фактори можливостей

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Невелика кількість конкурентів	На сьогоднішній день на ринку дуже незначна кількість конкурентів, їх програмні продукти в переважній більшості більш об'ємні та складні у використанні	Розповсюджувати створений продукт, розвивати його можливості, розширювати функціонал

Таблиця 5.7 (продовження)

Відповідні тенденції ринку	На сьогоднішній день ІТ-ринок потребує та надає всі можливості для впровадження систем, які надаватимуть користувачам можливість побудова деталей із заданими розмірами	Розповсюджувати створений продукт, розвивати його можливості, розширювати функціонал
Можливість побудови власної репутації	Новий «гравець» на ринку має всі можливості для побудови власної репутації з «чистого листка»	Пошук замовників, можливих покупців створеного програмного продукту, розширення бази замовників. Зарекомендувати себе, як надійну компанію.

Надалі необхідно провести аналіз пропозиції – вигнати загальні риси конкуренції на ринку, а саме визначити тип можливої майбутньої конкуренції та її інтенсивність, рівень конкурентоспроможності за рівнем конкурентної боротьби, видами товарів і галузевою ознакою (таблиця 5.8).

Таблиця 5.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	У чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії)
Тип конкуренції	Чиста Залежить від кількості конкурентів та якості	Покращення власного продукту через зниження

Таблиця 5.8 (продовження)

	надання ними послуг у порівнянні з послугами компанії	ціни; підвищення якості програмного продукту
За рівнем конкурентної боротьби	Локальна Конкуренція на вітчизняному ринку	На вітчизняному ринку конкурентів не виявлено, компанія має можливість встановлення власної бажаної ціни, та нарощувати клієнтську базу.
За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева Продукт націлений лише на конкретну сферу діяльності	Немає можливостей та сенсу розширювати функціонал за межі комп'ютерного моделювання.
Конкуренція за видами товарів	Марки-конкуренти Створений товар може мати конкурентів, які пропонують аналогічний товар	Зниження ціни, розширення функціональних, реклама для популяризації програмного продукту
За характером конкурентних переваг	Цінова Важливо за скільки продається товар, та його прибуток	Можливе підвищення ціни на нові розробки, зниження на старі версії для заохочення покупців
За інтенсивністю	Марочна Можуть з'являтися конкуренти	При виході на міжнародний ринок потрібно рекламувати кращий функціонал створеного продукту та доводити свою надійність

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (таблиця 5.9) - за моделлю п'яти сил М. Портера, який вирізняє

п'ять основних факторів, що впливають на привабливість вибору ринку з огляду на характер конкуренції:

- конкурент, що вже є у галузі;
- потенційні конкуренти;
- наявність товарів-замінників;
- постачальники, що конкурують за ринкову владу;
- споживачі, які конкурують за ринкову владу.

Таблиця 5.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові галузі	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Клієнти	Товари-замінники
	Розробники аналогічних систем	Кращі продукти, ширший функціонал	Мають найбільше значення. Більш важлива їх кількість, ніж постійна співпраця	Відсутні. Є лише конкуренти аналогічних розробок
Висновки	Інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів незначна	Наявні усі можливості входу на ринок. Потенційні конкуренти не виявлені. Строки виходу на ринок – один день	Необхідність клієнтської-бази, тому важливо знаходити можливості приваблення споживачів до власного продукту	Немає обмежень

На основі аналізу конкуренції за М. Портером, проведеного у таблиці 5.9, а також із враховуючи характеристики ідеї проекту (таблиця 5.2), вимог споживачів до товару (таблиця 5.5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 5.6 і 5.7)

визначимо та обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності (таблиця 5.10).

Таблиця 5.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
Невелика кількість конкурентів на ринку	На вітчизняному ринку (на який для початку націлена розроблена програмна система), конкурентів немає
Доступність створеного продукту (програмно)	Немає жорстких системних вимог, програма буде працювати на всіх пристроях, що підтримують Інтернет.
Легкість і простота використання	Зручний зрозумілий інтерфейс, створені довідка та інструкція для користувача
Підключення до мережі Інтернет	Є потреби у підключенні до мережі Інтернет після придбання продукту, як і в більшості аналогів
Потреба у постійному супроводі	Не потребує додаткового супроводу спеціалістів
Додаткові компоненти	Немає необхідності встановлення додаткових компонентів, на відміну від деяких аналогів

За визначеними факторами конкурентоспроможності проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту, проведений у таблиці 5.11.

Таблиця 5.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Мала кількість / відсутність конкурентів	10				✓			

Таблиця 5.11 (продовження)

Системні вимоги	20			✓				
Простота використання	19	✓						
Не потрібен супровід	11					✓		

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12. SWOT-аналіз проекту

<p>Сильні сторони (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> – невелика ціна; – інноваційні технології – молодий і перспективний колектив; – гнучка політика керівництва; 	<p>Слабкі сторони (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> – брак власного устаткування; – брак робочої сили; – недостатньо оборотних коштів; – відсутність репутації компанії;
<p>Можливості (O):</p> <ul style="list-style-type: none"> – додаткові послуги; – вихід на нові ринки; – розширення клієнтської бази; – співпраця з іншими компаніями. 	<p>Загрози (T):</p> <ul style="list-style-type: none"> – поява нових конкурентів; – зниження репутації компанії; – економічний спад; – зміни тенденцій попиту.

На основі SWOT-аналізу розробимо альтернативу ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (таблиця 5.13).

Таблиця 5.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Вихід на нові ринки	Пошук інвесторів	2-4 місяців
Розширення виробничої лінії	Пошук інвесторів	Після виходу на ринок основного продукту, до 5 місяців

Отже, після проведеного аналізу вирішено спочатку вивести на основний ринок розроблену систему, а вже потім шукати можливості розширення програмного функціоналу для користувачів.

5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробка ринкової стратегії перш за все передбачає визначення стратегії охоплення ринку [35], включаючи опис цільових груп потенційних споживачів, які визначені у таблиці 5.14.

Таблиця 5.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

Опис цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в сегменті	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
Спеціаліст з міністерства надзвичайних ситуацій	Потребують	Попит є	Незначна	Просто

Таблиця 5.14 (продовження)

Викдалачі, студенти	Потребують	Попит є, проте нижчий ніж у спеціалістів з міністерства надзвичайних ситуацій	Незначна	Помірно
---------------------	------------	---	----------	---------

Оскільки різниця між цільовими групами зовсім незначна, а також враховуючи той факт, що компанія має бажання почати продажі (а відповідно і отримання прибутку) як найшвидше, то доцільно враховувати обидві цільові групи, тобто використовувати масовий маркетинг, пропонуючи стандартизовану програму.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку, яка визначається у таблиці 5.15.

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Вихід на нові ринки	Стратегія диференціації	Надання програмному продукту відмінних якостей, які роблять систему особливою на фоні аналогічних розробок	Стратегія диференціації

Таблиця 5.15 (продовження)

Розширення виробничої лінії	Стратегія диференціації (допускається стратегія спеціалізації)	Надання товару кращих властивостей та розширення функціоналу	Стратегія диференціації (допускається стратегія спеціалізації)
-----------------------------	--	--	--

Вибір стратегії конкурентної поведінки визначається у таблиці 5.16.

Таблиця 5.16. Визначення базової конкурентної поведінки

Чи є проект «першопроходцем» на ринку	Так
Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Так
Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Ні
Стратегія конкурентної поведінки	Стратегія виклику лідера

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до програмного продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки необхідно розробити стратегію позиціонування (таблиця 5.17), що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку або проект.

Таблиця 5.17. Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
-------------------------------------	---------------------------	--	---

Таблиця 5.17 (продовження)

Доступна ціна, простота і зручність використання	Стратегія диференціації	Легкість і простота у використанні. Доступність через ціну та технічні характеристики. Вирішення важливих поставлених задач швидко, легко та зрозуміло навіть без інструкцій.	– стандарти якості; – метрики програмного забезпечення.
--	-------------------------	---	--

Отже, робота стартап-компанії на ринку повинна бути спланована орієнтовано таким чином: за стратегією диференціації виконаний і буде поширюватись відмінний програмний продукт, дотримуючись у конкурентній поведінці стратегії «виклику лідера», тобто випускається один товар для усіх можливих споживачів.

5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком під час розробки маркетингової програми стартап-проекту є формування маркетингової концепції товару [35]. Для цього у таблиці 5.18 підсумовані результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
Оцінка якості ПП	Оцінка за метриками. Удосконалення оцінки будь-якої з обраних характеристик.	Розрахункові показники, точність та достовірність яких можна оцінювати; самостійність програмної системи.

Надалі розроблена трирівнева маркетингова модель товару: уточнюються ідея продукту, його фізичні складові та особливості процесу його надання (таблиця 5.19).

Таблиця 5.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
Товар за задумом	Система ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах реалізується з допомогою власної математичної моделі, що базується на самоорганізаційному підході. Можливість додавання об'єктів на карту, прорахунок екологічних ризиків внаслідок аварій, а також збитків від аварій.
Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	Реалізовано систему ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах. Реалізовано графічне представлення результатів.
Товар із підкріпленням	До продажу: стандартна розроблена система (ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах)
	Після продажу: додані додаткові можливості

Розроблена математична модель, на якій базується програмна система, публікувалась лише у загальних рисах, а без математичної моделі цей ПП лише набір рядків коду. Але створення ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах є науковою новизною; не реалізовувалось раніше, а тому є необхідність у фіксуванні авторських прав або отриманні патенту.

Визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів описано в таблиці 5.20.

Таблиця 5.20. Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни
1000 – 2500 \$	200 – 1200 \$	8 – 20 \$

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 5.21): чи потрібно проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників, вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту, вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.21. Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Бажання отримати більше за менші гроші	Пошук клієнтської бази та продаж	Нульовий рівень: тільки виробник	Вертикальна маркетингова система

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 5.22).

Таблиця 5.22. Концепція маркетингових комунікацій

Поведінка цільових клієнтів	Канали комунікацій цільових клієнтів	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення
Бажання отримати більше за менші гроші	Будь-які	Низька ціна Легкий і простий у використанні продукт	Донести до користувача суть продукту, його якість, та залучити якомога більше зацікавлених клієнтів

Висновки до розділу 5

1. Маркетингова програма орієнтовано має бути побудована таким чином:

— створення програмного продукту;

— пошук потенційних клієнтів (користувачі, компанії);

— базова стратегія розвитку – стратегія диференціації, тобто конкурентоспроможність формується шляхом надання споживачеві бажаного товару. На основі ретельного вивчення споживчого середовища розробляється одна або декілька відмітних характеристик власного товару;

— стратегія конкурентної поведінки – стратегія виклику лідера, тобто на споживчому ринку орієнтуватись на всіх можливих споживачів, у тому числі клієнтів фірм-конкурентів. За подальші цілі ставиться можливість обігнати лідерів цільового сегменту.

2. Конкурентні переваги створеного продукту очевидні, так як на вітчизняному ринку аналогів (а відповідно і конкурентів) не виявлено. У той час як попит на програмні системи подібного роду тільки набирає популярність, програмних систем, які створені для ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах в Україні (цільовому ринку) немає. Схожих програмні розробки існують за кордоном, на інших мовах, проте існуючі аналоги призначені для зовсім інших потреб користувачів, а також є досить дорогими.

3. Перспективи впровадження з огляду на потенційні групи користувачів, стан конкуренції та конкурентоспроможності проекту – прямі, і тільки доводять можливість впровадження, та не марну розробку створеного програмного продукту.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу факторів виникнення аварій на газо-нафтопроводах сформована інформаційна система показників екологічного ризику.
2. Аналіз сучасних інформаційних ГІС технологій що використовуються в задачах моніторингу довкілля показав, що існує велика кількість аналогів, але всі вони надзвичайно складні в освоєнні, потребують завантаження або створення самих карт, на відміну від Google Maps і крім того для проведення аналізів будь-якого роду потрібні сторонні, платні плагіни.
3. Розроблено діаграму послідовності, яка представляє зв'язок користувача з функціоналом програмної системи, також побудовано діаграму основних класів системи, яка дозволяє детальніше описати архітектуру програмного комплексу.
4. Обґрунтовано засоби реалізації для створенні програмного забезпечення і розроблено систему ГІС-аналізу екологічних ризиків в результаті аварій на газо-нафтопроводах.
5. Програмний продукт дозволяє накреслити власну векторну схему трубопроводу, задаючи колір, товщину та прозорість ліній, а також зберігаючи файл в форматі json з подільшим його відкриттям та редагування при необхідності.
6. Розроблено бізнес-стартап проекту. Описана базова стратегія розвитку програмного продукту, стратегія конкурентної поведінки на ринку, розглянуто перспективи впровадження з огляду на потенційні групи користувачів програмного продукту.
7. Основними користувачами програмного продукту будуть працівники міністерства надзвичайних ситуацій, аналітики екологічних ризиків, викладачі та студенти.
8. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення системи шляхом додавання сесійності та прорахунку більшої кількості збитків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ASME B13.08 Specific Authorization Required for Reproduction or Quotation ASME Standards and Certification [Text]/ GAS TRANSMISSION and DISTRIBUTION PIPING SYSTEMS. – April, 2009. – 82 p.
2. BS 8010-2.5:1989 Code of practice for pipelines [Text]/ . Pipelines on land: design, construction and installation. Glass reinforced thermosetting plastics. – August, 1989 – 24 p.
3. IEC 61882 HAZOP studies [Text]/ Hazard and operability studies. – March, 2016 – 19 p.
4. ISO 22000 Application guide [Text]/ Food safety management systems. Requirements for any organization in the food chain. – September, 2005 – 53 p.
5. ГОСТ Р12.3.047-98 М. : Госстандарты России [Текст]/ Пожарная безопасность технологических процессов. – Январь, 2014 – 123 с.
6. Порядок декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2002р. №956. ДНАОП 0.00-8.22-02.
7. ISO 31000 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ [Текст]/ ПРИНЦИПЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ. – Октябрь, 2009. – 116 с.
8. ДСТУ 3273-95. Безпека промислових підприємств [Текст]/ Загальні положення та вимоги. – Липень, 1996. – 15 с.
9. Бахтизин Р.Н., Кантор О.Г., Набиев Р.Р. Оценка техногенного риска как многокритериальная задача управления объектами трубопроводных систем // Межвузовский сборник научных трудов Экономика переходного периода: опыт, проблемы, пути становления”. Уфа: Изд-во Фонда содействия развитию научных исследований. – 1998. – 200-206 с.
10. A. Graser QGIS: Introducing the Quantum GIS Ecosystem [Електронний ресурс]/ Graser A. – May, 2012. – 3 p. – Режим доступа : <https://www.gislounge.com/introducing-the-quantum-gis-ecosystem/> .

11. Bachani J. ESRI: Changing world. [Електронний ресурс]/ J. Bachani. – October, 2013. – 28 p. – Режим доступу : <https://www.bartleby.com/essay/ESRI-PKC39ZKJVC>.
12. Chérifa Abdelbaki, Mohamed Mouâd Benchaib, Salim Benziada, Hacène Mahmoudi, Mattheus Goosen. Applied Water Science. [Text]/ Chérifa Abdelbaki Management of a water distribution network by coupling GIS and hydraulic modeling: a case study of Chetouane in Algeria. – June, 2017. – 1561- 1567 pp.
13. What is the Google Maps API? [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://cloud.google.com/maps-platform/> .
14. Map Types – Google Maps JavaScript API v3 — Google Developers [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/maptypes#MapCoordinates>
15. "User Guide | Google Maps Platform | Google Maps Platform [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <https://cloud.google.com/maps-platform/user-guide/>
16. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Пункт 1 в редакції Постанови КМ N 862 (862-2003-п) від 04.06.2003. – Лютий, 2002. – 17 с.
17. Пауэлл Т.А. Полное руководство по HTML / Т.А. Пауэлл. – М. : Мир, 2001. — 912 с.
18. JetBrains PyCharm [Електронний ресурс] : JetBrains Strikes Python Developers with PyCharm 1.0 IDE / JetBrains – USA – 2010 – 3 с. / Режим доступу : <http://www.eweek.com/development/jetbrains-strikes-python-developers-with-pycharm-1.0-ide>
19. Лучано Р. Fluent Python / Навчальний посібник Р. Лучано – 2015 – 568 с.
20. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство. / Д. Флэнаган — СПб. : Символ-Плюс, 2008. — 992 с.
21. Гринберг М. Flask Web Development (рус. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python) / Учебное пособ. Гринберг М. – 2014 – 343 с.

22. Пауэлл Т.А. Полное руководство по HTML / Т.А. Пауэлл. – М. : Мир, 2001. – 912 с.
23. Дакетт Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Джон Дакетт; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – М. : Эксмо, 2013. -480 с.
24. Гринберг М. Flask Web Development (рус. Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python) / Учебное пособ. Гринберг М. – 2014 – 343 с.
25. Scientific Computing Tools for Python [Электронный ресурс]/ – Режим доступа : <https://www.scipy.org/about.html>.
26. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
27. М.О. Федчишин, В.Є. Федоренко ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЕНЕРГЕТИКИ // Екологічна безпека держави: тези доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, присвяченої пам'яті професора Я.І.Мовчана (з міжнародною участю). м. Київ, 19 квітня 2018 р., Національний авіаційний університет / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2018. – С. 95-96.
28. Karaieva N.V., Fedchishin M.A. ENGINEERING OF THE ECOLOGICAL GIS-MONITORING THE SAFETY OF ENERGY CRITICAL INFRASTRUCTURE OF UKRAINE // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи”. – Львів : ЛДУБЖД, 2018. – С.158.
29. Федчишин М.О. Караєва Н.В. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики: Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 24-27 квітня 2018 р. У 2 т. – К. : 7 КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – Т. 2. – С.245.

ДОДАТОК А

ПІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо-
нафтопроводах

Апробації

УКР.НТУУ"КПІ ім. Ігоря Сікорського"_ТЕФ_АПЕПС_ТМ7143_18МП

Аркушів 13

2018

ДОДАТОК Б

ГІС-аналіз екологічних ризиків в результаті аварій на газо-
нафтопроводах

Акт впровадження

УКР.НТУУ"КПІ ім. Ігоря Сікорського"_ТЕФ_АПЕПС_ТМ7143_18МП

Аркуш 1

2018